TƏBİƏT və ELM

Beynəlxalq elmi jurnal

NATURE and SCIENCE

International scientific journal

aem.az

AEM

ISSN: 2707-1146
e-ISSN: 2709-4189

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

TƏBİƏT və ELM

Beynəlxalq elmi jurnal
İmpakt Faktor: 2.101

Cild: 5 Sayı: 7

NATURE and SCIENCE

International scientific journal
Impact Factor: 2.101

Volume: 5 Issue: 7

Bakı – Baku
2023

Jurnal 04.07.2019-cu ildə
Azərbaycan Respublikası
Ədliyyə Nazirliyi
Mətbu nəşrlərin
reyestrinə daxil edilmişdir.
Reyestr № 4243

The journal is included in the
register of Press editions of the
Ministry of Justice
of the Republic of Azerbaijan
on 04.07.2019.
Registration No. 4243

Beynəlxalq indekslər / International indeces

ISSN: 2707-1146
e-ISSN: 2709-4189
DOI: 10.36719

Redaksiyanın ünvanı
AZ1073, Bakı şəh.,
Mətbuat prospekti, 529,
"Azərbaycan" nəşriyyatı,
6-cı mərtəbə

Editorial address
AZ1073, Baku,
Matbuat avenue, 529,
"Azerbaijan" Publishing House,
6-th floor

Tel.: +994 50 209 59 68
+994 55 209 59 68
+994 99 805 67 68
+994 12 510 63 99

e-mail:
tebiet.elm2000@aem.az

TİBB VƏ ƏCZAÇILIQ ELMLƏRİ

MEDICINE AND PHRAMCEUTICAL SCIENCES

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/7-12

İbadulla Ağayev
Azərbaycan Tibb Universiteti
tibb elmləri doktoru
amuepid@mail.ru
Xatirə Xələfli
Azərbaycan Tibb Universiteti
tibb üzrə fəlsəfə doktoru
khalafli@mail.ru
Məhərrəm Niftullayev
Azərbaycan Tibb Universiteti
tibb elmləri doktoru
vaqif606@mail.ru
Xatirə Cəfərova
Azərbaycan Tibb Universiteti
tibb üzrə fəlsəfə doktoru
javanshir rahimov@mail.ru
Dəstə Qasımova
Azərbaycan Tibb Universiteti
qasimova dasta@gmail.com

GENETİK ŞƏRTLƏNMİŞ XƏSTƏLİKLƏRİN EPİDEMİOLOJİ XARAKTERİSTİKASI

Xülasə

Məqalədə genetik şərtlənmiş xəstəliklərin epidemiologiyasına dair qısa məlumatlar verilmiş və son illər bu xəstəliklərin öyrənilməsi üzrə əldə edilən uğurlar və təcrübə paylaşılmışdır. Genetik şərtlənmiş xəstəliklər sağlamlığı və ya müxtəlif patoloji vəziyyətlərin inkişafını təmin edən irsi materialın vertikal ötürülməsinin klassik nümunəsini özündə əks etdirir. Təsadüfi deyil, mütləq şəkildə təkamüllə şərtlənmiş vertikal yoluxma mexanizmi anlayışı məhz genetik determinə olunmuş xəstəliklərə ən çox şamil edilir. «Norma» həddində fərdi dəyişiklikləri təyin edən bütün keyfiyyətlər (xüsusiyyətlər) genetik determinə olunmuşdur. Genetik şərtlənmiş xəstəliklərin epidemiologiyası nəinki onların molekulyar səviyyədə öyrənilməsini (spesifik genetik müayinə üsullarından istifadə etməklə), həm də epidemioloji diaqnostika prinsiplərinin bazasında populyasiya tədqiqatlarının aparılmasını tələb edir.

Açar sözlər: *genetik şərtlənmiş xəstəliklər, epidemiologiya, profilaktika, qeyri-yoluxucu xəstəliklər, diaqnostika, epidemioloji aspektlər, epidemioloji nəzarət*

Ibadulla Aghayev
Azerbaijan Medical University
Doctor of medical sciences
amuepid@mail.ru
Khatira Khalafli
Azerbaijan Medical University
Doctor of philosophy in medicine
khalafli@mail.ru

Maharram Niftullayev
Azerbaijan Medical University
Doctor of medical sciences
vaqif606@mail.ru
Khatira Jafarova
Azerbaijan Medical University
Doctor of philosophy in medicine
khatira.cafarova@mail.ru
Daste Gasimova
Azerbaijan Medical University
qasimova dasta@gmail.com

Epidemiological characteristics of genetic diseases

Abstract

The article provides brief information on the epidemiology of genetically conditioned diseases and shares the achievements and experience gained in the study of these diseases in recent years. Genetically determined diseases represent a classic example of vertical transmission of hereditary material that ensures health or the development of various pathological conditions. The concept of a vertical transmission mechanism, which is not random, but necessarily determined by evolution, is most often applied to genetically determined diseases. All qualities (characteristics) that determine individual changes within the limit of "norm" are genetically determined. The epidemiology of genetically determined diseases requires not only their study at the molecular level (using specific genetic testing methods), but also population studies based on the principles of epidemiological diagnostics.

Keywords: *genetically determined diseases, epidemiology, prevention, non-infectious diseases, diagnostics, epidemiological aspects, epidemiological control*

Giriş

Müasir dövrdə epidemiologiya həm ictimai səhiyyə, həm də kliniki təbabət üçün vacib elm sahəsinə çevrilmişdir. Eyni zamanda epidemiologiya profilaktik təbabətin və sosial-hüquqi baxımdan ictimai qayda-qanunların inkişaf etdirilməsində də çox böyük rola malikdir. Hal-hazırda epidemiologiya laborator tədqiqatlarla birlikdə ətraf mühit və genetik risk faktorlarının müəyyən edilməsində və bunlardan asılı olan müxtəlif xəstəliklərin patogenezinin aydınlaşdırılmasında da çox böyük işlər görür. Son zamanlar bütün dünyada əhali arasında xroniki qeyri-infeksion xəstəliklərin intensivliyinin artması, onların müalicəsinin dövlətlərə çox böyük xərc hesabına başa gəlməsi nəzərə alınaraq onların da qarşısının alınması üçün epidemioloji tədqiqat və araşdırmalardan istifadə olunur. Keçən əsrin 90-cı illərindən qeyri-infeksion xəstəliklərin epidemiologiyası ayrıca fənn kimi ayrılmış və öyrənilməkdədir. Keçən əsrin ortalarından etibarən infeksion xəstəliklərə qarşı dərman vasitələrinin, özəlliklə də antibiotiklərin kəşf olunması, eyni zamanda vaksinlərdən istifadə olunması nəticəsində müxtəlif epidemiyalara, pandemiyalara səbəb olan ağır infeksion xəstəliklərin idarə olunmasına baxmayaraq, müasir dövrümüzdə yeni infeksion problemlər də (məsələn, QİÇS, Laym xəstəliyi, legionelyoz, quş qripi, SARS, koronavirus və s.) baş qaldırmaqdadır. Nəticədə epidemioloji araşdırmalarsız bu problemlərin öhdəsindən gəlmək qeyri-mümkündür.

Epidemioloji diaqnostika genetik amillərin yayılmasının səbəblərinin və qanunauyğunluqlarının və patologiyanın yaranmasının irsi meylliyinin öyrənilməsinin əsasını təşkil edir. Bu tədqiqatların predmeti irsi xəstəliklərin və müəyyən bioloji (genetik), həm də təbii və sosial şərtlərdən asılı olan irsi meyllik amillərinin yaranmasının səbəblərinin və inkişaf qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi sayılır. Epidemioloji metodlar o üsulların məcmuyunu təşkil edir ki, onlar patologiyanın irsi ötürülən formalarını aşkar etməyə və öyrənməyə, onların təsir mexanizmini təyin etməyə, bu və ya

digər xəstəliyin səbəblərini dəyərlənrdirməyə və aşkar etməyə, profilaktika sistemini işləyib hazırlamağa imkan verir.

İrsi xəstəliklər o patoloji vəziyyətlər hesab edilir ki, onların etiologiyasında genetik komponent aparıcı rol oynayır. Bütün patoloji vəziyyətlərin bu və ya digər dərəcədə irsi zəmini vardır, lakin bu zəminin dərəcəsindən asılı olaraq, *monogen* (monofaktorlu) irsi xəstəliklər (mendelləşən - onlar üçün genetik pozğunluqlar təyinedici amil hesab edilir) və *poligen* (və ya multifaktorial) xəstəliklər (onların etiologiyasında ekzogen mənşəli müxtəlif amillər mühüm əhəmiyyət kəsb edirlər) ayırd edilir. Genetik amillər populyasiyada patoloji proseslərin və vəziyyətlərin baş verməsində və yayılmasında əsas rollardan birini oynayır, lakin bu və ya digər nozoloji formanın yaranmasında irsi amillərin konkret rolu fərqlidir.

Xəstəliklərin əksəriyyəti irsi meylliyin fonunda xarici zədələyici (o cümlədən ekoloji) amillərin təsiri nəticəsində inkişaf edir. Həmçinin xəstəliklərin üçüncü qrupu da mövcuddur ki, onların etiologiyasında müxtəlif ekzogen amillərə (məsələn, infeksiyalar və ya travmalar) həlledici rol məxsusdur. Bu xəstəliklər zamanı genotipin rolu orqanizmin həssaslıq dərəcəsinin tənzimlənməsi, immun cavabın effektivliyi və xarici təsirlərə qarşı adaptasiya-kompensator reaksiyaların imkanları ilə məhdudlaşmışdır (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 115).

Anadangəlmə patoloji proseslər həm genetik determinə olunmuş, həm də bətndaxili qazanılmış ola bilər. Genetik determinə olunmuş anadangəlmə xəstəliklər valideynlərin genetik aparatının zəələnməsinin nəticəsində inkişaf edirlər, yüksək irsi xarakter daşıyır və dominant, resessiv və ya qarışıq tip üzrə irsən ötürülürlər. Genetik determinə olunmuş xəstəliklər həmçinin «de novo» mutasiyasının – valideynlərin qametlərində yeni əmələ gələn mutasiyaların nəticəsi ola bilər. Bətndaxili qazanılmış xəstəliklər anadangəlmə vəziyyətlər sayılır. Onlar hamiləlik dövründə mutagenlərin təsiri nəticəsində meydana çıxır və ya anada patologiyanın olması və dölün bətndaxili inkişafının xüsusiyyətləri ilə əlaqədardırlar (Bhopal, 2003: 129). Mühit risk amillərindən başqa, genetik, irsi amillər insan populyasiyasında xəstəliklərin istənilən formalarının yaranması imkanlarının səviyyəsini müəyyən edirlər. İnsanın xəstəliklərinin təsnifatı - irsi və mühit amillərinin təsir dərəcəsinin öyrənilməsinin əsasında işlənib hazırlanmış - patoloji vəziyyətlərin müxtəlif formalarının inkişafına irsi və mühit risk amillərinin təsirinin ölçüsü haqqında təsəvvür yaradır. Patoloji vəziyyətlərin bütün formalarının 10%-ə qədəri monofaktorlu xəstəliklər sayılır, onların səbəbi isə yalnız genetikdir - gen və ya xromosom səviyyəsində qırılmalardır. İrsiyyətin funksional vahidi - *gendir*. Valideynlərin cinsi hüceyrələri vasitəsilə əlamətlər deyil, onlar haqqında məlumat ötürülür (Gordis, 1996: 25). Genlərin birincili təsiri ondan ibarətdir ki, onlar fermentlərin biosintezini «bir gen – bir ferment» prinsipi üzrə proqramlaşdırırlar. Ferment sistemləri genlərin müvafiq kompleksləri ilə nəzarət edilir və gendə baş verən dəyişikliklər (mutasiyalar) proseslər sissiləsini törədir – ferment dəyişilir və ya itir ki, bu da metabolik reaksiyanın müvafiq pilləsinin itməsinə və bunun nəticəsində orqanizmin müxtəlif əlamətlərinin inkişafının dəyişilməsinə və ya pozulmasına gətirib çıxarır, yəni irsi əlamətlərin inkişaf etməsi «gen-ferment-biokimyəvi reaksiya – əlamət» prinsipi üzrə gedir (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 897).

Monogen xəstəliklər üçün əlamətin alternativ formada təzahür etməsi səciyyəvidir: genetik qırılma varsa - xəstəlik var, məsələn, fenilketonuriya (FKU), qırılma yoxdursa (genomun defekti) – xəstəlik də yoxdur. Poligen xəstəliklərdə əlamət kəmiyyətcə dəyişə bilir (məsələn, bu əlamət - arterial təzyiq bütün fərdlərdə var, lakin bu əlamətin təzahür səviyyəsi hamı üçün fərdidir) (Fischer, Moller, 1998: 296).

Xromosom və gen mutasiyaları orqanizmə müxtəlif təsir göstərirlər. Bir çox hallarda bu mutasiyalar letal nəticələnir, belə ki, inkişafı pozulur; insanda, məsələn, 20%-ə qədər hamiləliklər 12 həftəyə qədər müddətdə təbii düşüklərlə başa çatır və bu halların yarıdan çoxunda xromoosm anomaliyalarını aşkar etmək olar. Bəzi xromosom mutasiyalarının nəticəsində müəyyən genlər bir yerdə ola bilərlər və onların ümumi təsiri hər hansı bir «əlverişli» əlamətin meydana çıxmasına gətirib çıxara bilər. Bundan başqa, bəzi genlərin bir-biri ilə yaxınlaşması krossinqover nəticəsində onların bölünməsini daha az ağlabatan edir, «əlverişli» genlər zamanı bu, üstünlük verir. Genom mutasiyaları, fenotipin dəyişilməsi ilə yanaşı, çox vaxt özbaşına aborta və ya xromosom

xəstəliklərinə gətirib çıxarır. Yenidoğulmuşlarda və perinatal dövrdə tələf olmuş uşaqlarda xromosom xəstəlikləri 200 nəfərə görə 1 hadisə tezliklə rast gəlir (Murray, Lopez, 1997: 1499).

Monogen (monofaktorlu) irsi (mendelləşən) xəstəliklərin qrupu patogenetik və etioloji olaraq, bir gendə gedən mutasiyalarla şərtlənmişdir ki, onun zədələnməsi xəstəliyin inkişaf effekti üçün müəyyən əhəmiyyət daşıyır. Bu genetik defektin irsən ötürülməsi konkret ailə daxilində patoloji fermentin təkrar əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Belə mutasiyalrın nəticəsi adətən fermentin, reseptorun, hüceyrənin struktur zülalının və ya nəqliyyat molekulunun funksional əhəmiyyətli defekti olur. Bu defektlər zədələnmiş genlə xəstəliyin inkişafı arasında qanunauyğun səbəb-nəticə əlaqəsinin yaranmasını müəyyən edir. Monogen xəstəliklərin irsən ötürülməsi Mendel qanunlarına uyğun olaraq baş verir, ona görə də, onlar 1866-cı ildə irsiyyətin başlıca ümumbioloji qanunlarını (mendel qanunları) formalaşdıran görkəmli tədqiqatçı-genetik Qreqor Mendelin şərəfinə mendelləşən xəstəliklər adlandırılır.

Genetik amillərin (monogen xəstəliklərin səbəblərinin) ailə səcərəsi daxilində irsən ötürülməsi ciddi genetik qanunlara tabe olur ki, onlar nəsillər ağacında genetik defektin seqreqasiyanın xarakterini əks etdirir (Osipov, 2004: 57). İrsi mendelləşən xəstəliklərdə xəstəliyin etiopatogenezində əsas genetik lokusun rolu aparıcıdır, lakin mutasiyaların fenotipik ekspressiyası müəyyən dərəcədə digər amillərin (həm endogen, həm də ekzogen mənşəli) təsiri altında modifikasiya edə bilər. Məsələn, yaşayış mühitinin şəraitləri, qidalanma xarakteri, orqanizmin və onun ayrı-ayrı orqan və toxumalarının enerji metabolizminin xüsusiyyətləri, müxtəlif amillərin (o cümlədən mühit xarakterli) təsiri altında baş verə bilər. Bundan başqa, genlərin ekspressiyasının modifikasiyası modifikator genlərin təsiri ilə şərtlənir.

İrsi şərtlənmiş xəstəliklərin yayılmasının tezliyi genetik dəyişilmiş əlamətlərin irsən ötürülməsinin xarakterindən asılı olub bu və ya digər populyasiyada kifayət qədər daimi sayılır. Lakin müasir təbabətin, o cümlədən cərrahi müdaxilələrin imkanları belə qüsurları olan şəxslərə cinsi yetişkənlik yaşına qədər yaşamağa və çox vaxt nəsil artırmağa imkan verir ki, bu da populyasiyada genetik defektləri olan fərdlərin tezliyini artırır (Oxford Textbook of Public Health, 2002: 14).

İrsən ötürülmə tipi istənilən monogen xəstəliyin mühüm və daimi xarakteristikası sayılır. O, müvafiq mutant genin funksional əhəmiyyətini, onun xromosom lokalizasiyasını və hüceyrə səviyyəsində mutasiyanın reallaşması mexanizmlərini əks etdirir. Mendelləşən xəstəliklər autosom-dominant, autosom-resessiv və X-bağlanma tipi üzrə irsən ötürülə bilər (Sandford, Weiz, Pare, 1997: 1382).

Autosom-dominant tip irsi ötürülmə o halda baş verir ki, patoloji gen dominantdır və hətta heteroziqot formada xəstəliyin manifest formasını təmin edir, belə ki, o, 2 homoloji qeyri-cinsi xromosomlardan birində lokalizasiya edir.

Bu tip irsi ötürülmə aşağıdakı əlamətlərlə səciyyələnir:

- Xəstəliyin birbaşa ötürülməsi valideynlərdən birində baş verir ki, bu da genetik əlamətlərin birbaşa vertikal (o cümlədən xəstə atadan) ötürülməsidir;
- Bəzən bir neçə nəsildə xəstəliyin manifestləşməsi nəzərə çarpır.

Dominant genlər müxtəlif *penetrantlığa* – yəni onu daşıyan şəxsdə mutant genin təsirinin təzahür etməsi ehtimalına malikdir. Mutant genlərin natamam penetrantlığı zamanı mutant genə malik, mutasiyanın həqiqi daşıyıcıları olan («obliqat» gəzdiricilər adlandırılan) ailənin ayrı-ayrı üzvləri bütün həyatları boyunca klinik sağlam qala bilərlər, lakin eyni zamanda öz mutant genlərini gələcək nəsillərə (uşaqlarına) ötürə bilərlər (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 897).

Autosom-dominant tip irsi ötürülmə bir sıra xəstəliklər, məsələn, Qentinqton xoreyası, neyrofibromatoz, essensial tremor, torsion distoniya, irsi distoniyanın müxtəlif formaları və s. üçün səciyyəvidir (Van Dijk, Sillence, 2014: 1472).

Qentinqton xoreyasının yayılması dünyanın əksər populyasiyalarında 100 min əhaliyə 4-10 hadisə təşkil edir. Qentinqton xoreyası ilə müqayisədə irsi xoreya hiperkinezlərinin digər növləri daha nadir hesab edilir. Neyrofibromatoz - 100 min əhaliyə 28 hadisə tezliklə yayılmışdır. Essensial tremor (əsmə) – insanın daha çox yayılmış ekstrapiramidal xəstəliyi olub, 40 yaşdan gənc şəxslər

arasında 0,4%-dən 6,7% təşkil edir və 80-90 yaşlarda 8-13%-ə çatır. Autosom-dominant tip irsi ötürülən xəstəliklərin yayılmasına digər misal torsion distoniyanın hiperkinetik forması sayılır (Vahle, 2016: 321). Məlumdur ki, o, cühudların aşkenazi etnik qrupunda xüsusilə tez-tez rast gəlir – 100 min nəfərə 40-50 hadisə. Distoniyanın bəzi formaları, məsələn, spastik əyriboyunluq, yazı spazmı, spastik disfoniya ümumi populyasiyada 100 min əhaliyə 3,4 hadisə tezliklə rast gəlir (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 898).

Prion xəstəliklərinin 10-15%-ə qədəri irsi-ailəvi xarakter daşıyır (Kreytsfeldt-Yakob xəstəliyinin ailə forması, həmçinin Qerstmann-Ştreussler sindromu, fatal ailə insomniyası) – onlar autosom-dominant tipi üzrə irsi ötürülürlər. Prion xəstəliklərinin ailə formalarının inkişafı PRNP prion zülalının genində mutasiyaların irsən ötürülməsi ilə bağlıdır - o, 20-ci xromosomun qısa çiyninin distal sahəsində yerləşmişdir və onun dəqiq funksiyası indiyə qədər təyin edilməmişdir (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 897).

Xəstələnmənin strukturu aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

• Xəstə şəxsin nəslində xəstələrin və sağlam şəxslərin nisbəti 50%-ə yaxındar, müvafiq olaraq xəstə valideynin nəslindən olan uşaqlardan hər biri üçün mutant geni «irsən alması», yəni xəstəliyin baş verməsi riski 50%-ə bərabərdir;

• Xəstələnənlərin cinsi strukturu yarıbayarı kişilər və qadınlarla təmsil olunmuşdur, çünki hər iki cins bərabər dərəcədə xəstələnirlər, nadir hallarda müəyyən cinsdə (çox vaxt qadınlarda) daha yüksək penetrantlıq və deməli xəstəliyin daha ağır gedişi müşahidə edilə bilər.

Autosom-resessiv tip irsi ötürülmə **o** xəstəliklərin irsi ötürülməsi zamanı həyata keçirilir ki, onların klinik manifestləşməsi üçün mutant genin homoziqot vəziyyətdə, yəni valideynlərdən irsən ötürülmüş hər iki homoloji xromosomlarda olması vacibdir (Vuorimies, 2017: 1336). Çox vaxt autosom-resessiv xəstəliklər zamanı baş verən birincili molekulyar defekt fermentin zədələnməsindən ibarətdir, patoloji effekt isə onun aktivliyinin kritik azalması zamanı – hüdud qiymətindən aşağı olduqda özünü büruzə verir. Heteroziqot daşıyıcılar mutasiyanın «bir qat dozasına» malikdirlər, genin ikinci (normal) surəti (kopiyası) sayəsində onlarda zülalın fəallığı 50%-ə qədər təşkil edir ki, bu da adətən müvafiq funksiyanın fizioloji səviyyədə saxlanması üçün tamamilə kifayət edir, ona görə də, bu fərdlər klinik sağlam qalırlar (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 896).

Bu irsi ötürülmə tipi aşağıdakı əlamətlərlə səciyyələnir:

• xəstəlik bir nəsildə sibslər arasında (yəni bir valideyn cütlüyünün uşaqları – qardaşlar, bacılar arasında) meydana çıxır;

• xəstə şəxslərin valideynlərində çox vaxt qan qohumluğu nigahları olur (məhz belə nigahda uşağın ümumi genetik mənşəyə malik hər iki valideyndən 2 mutant xromosomları irsən alması ehtimalı daha yüksəkdir).

Autosom-resessiv tip irsi ötürülən patologiyaya misal yuvenil parkinsonizm ola bilər – o, hər yerdə yayılmışdır. Digər misal Fridreyx xəstəliyi ola bilər - o, irsi ataksiyanın ən çox rast gələn formasıdır.

Avropa populyasiyalarında xəstəliyin yayılması intensivliyi 100 min nəfərə 2-5 hadisə, mutasiyanın heteroziqot daşıyıcılığının tezliyi isə 100 min nəfərə 1 hadisə təşkil edir. İrsi ataksiyanın digər formasının – Lui-Bar sindromu və ya Boder-Sedjvik sindromunun rastgəlmə tezliyi 100 min nəfərə 1 hadisə təşkil edir. Autosom-resessiv tip irsi ötürülən xəstəliklərə daha bir misal Unferrixt-Lundborq mioklonus-epilepsiyası sayılır – onun yayılması tezliyi 100 min nəfərə orta hesabla 1 hadisə təşkil edir, lakin bəzi populyasiyalarda, məsələn, Finlandiyada, Şimali Amerikada daha da yüksəkdir – 100 min nəfərə 5 hadisə. Miotonik distrofiya böyüklərdə əzələ distrofiyasının ən çox rast gələn formasıdır, o da həmçinin autosom-resessiv tip irsi ötürülmə vasitəsilə keçir və 100 min əhaliyə 13 hadisə tezliklə yayılır (Ağayev, Xələfli, Tağıyeva, 2022: 899).

Nəticə

Genetik şərtlənmiş xəstəliklər sağlamlığı və ya müxtəlif patoloji vəziyyətlərin inkişafını təmin edən irsi materialın vertikal ötürülməsinin klassik nümunəsini özündə əks etdirir. Təsadüfi deyil, mütləq şəkildə təkamüllə şərtlənmiş vertikal yoluxma mexanizmi anlayışı məhz genetik determinə olunmuş xəstəliklərə ən çox şamil edilir. «Norma» həddində fərdi dəyişiklikləri təyin edən bütün keyfiyyətlər (xüsusiyyətlər) genetik determinə olunmuşdur. Məsələn, tükənməyən müdafiə amillərinin, immun cavabın tamdəyərliliyi sayəsində infeksiyaya qarşı yaranan davamlılıq buna misal ola bilər. Genetik şərtlənmiş xəstəliklərin epidemiologiyası nəinki onların molekulyar səviyyədə öyrənilməsini (spesifik genetik müayinə üsullarından istifadə etməklə), həm də epidemioloji diaqnostika prinsiplərinin bazasında populyasiya tədqiqatlarının aparılmasını tələb edir.

Ədəbiyyat

1. Ağayev, İ.Ə., Xələfli, X.N., Tağıyeva, F.Ş. (2022). Epidemiologiya (Milli rəhbərlik). Bakı.
2. Bhopal, R. (2003). Concepts of Epidemiology. NY: Oxford University Press.
3. Gordis, L. (1996). Epidemiology. Philadelphia: Sounders.
4. Ağayev, İ.Ə., Xələfli, X.N., Tağıyeva, F.Ş. (2022). Qeyri-infeksion xəstəliklərin epidemiologiyası. Bakı.
5. Fischer, E.P., Moller, G. (1998). The Medical Challenge. The genetic basis of childhood disorders. München: Piper Verlag GmbH.
6. Murray, C.J., Lopez, A.D. (1997). Alternative projections of mortality and disability by course 1990-2020: Global burden of disease study. Lancet.
7. Osipov, S.G. (2004). Cooperation between HPH and schools: The Russian experience with Health Promotion for Children and Youth. 12 th International Conference on Health Promoting Hospitals.
8. Oxford Textbook of Public Health (2002). In Detels, J.McEwen, R.Beaglehole, H.Tanaca. Oxford University Press.
9. Sandford, A.J. Weiz, T.D, Pare, P.D. (1997). Genetic risk factors for obstructive pulmonary disease. Eur. Respir. J.
10. Van Dijk, F.S. Sillence, D.O. (2014). Osteogenesis imperfecta: Clinical diagnosis, nomenclature and severity assessment. Am J Med Genet A.
11. Vahle, J.L. (2016). Skeletal Changes in Rats Given Daily Subcutaneous Injections of Recombinant Human Parathyroid Hormone (1-34) for 2 Years and Relevance to Human Safety. Toxicol Pathol.
12. Vuorimies, I. (2017). Bisphosphonate Treatment and the Characteristics of Femoral Fractures in Children with Osteogenesis Imperfecta. J Clin Endocr Metab.

Göndərilib: 29.04.2023 Qəbul edilib: 02.07.2023

BİOLOGİYA VƏ AQRAR ELMLƏR

BIOLOGICAL AND AGRARIAN SCIENCES

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/13-19

Hüseynağa Əsədov
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Dendrologiya İnstitutu
kemale.sadiqova1960@mail.ru
Fərman Quliyev
AMEA-nın Lənkəran Regional Elmi mərkəzi
prof.fquliyev@mail.ru
Cahani Nüsrətzadə
AMEA-nın Lənkəran Regional Elmi mərkəzi
doktorant
cahani.nusretzade@mail.ru
Kəmalə Sadıqova
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Dendrologiya İnstitutu
kemale.sadiqova1960@mail.ru
UOT 635.9

AZƏRBAYCANDA BECƏRİLƏN BƏZİ ÇAY SORTLARININ BİOKİMYƏVİ KOMPANENTLƏRİ VƏ KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİ

Xülasə

Məqalədə Azərbaycanda becərilən bəzi çay sortlarının biokimyəvi kompanenrtləri və keyfiyyət göstəriciləri haqqında məlunmat verilir. Elmi tədqiqat işində AMEA-nın Lənkəran Regional Elmi Mərkəzdə salınmış Çin çay növmüxtəlifliyinin bir sıra yeni sortlarının yarpaqlarında bəzi flavonoidlərin miqdarı təyin olunmuşdur. Tədqiqatda aydın olmuşdur ki, çay yarpaqlarının keyfiyyəti yarpaqda sintez olunan flavonoidlərin miqdarından ciddi surətdə asılıdır. Çay yarpaqların ən çox tanin, kafein, kafein-tanin birləşməsi**,** flavonin və kofeinin miqdarı, yeni alınmış sortlarda eyni miqdarda olmayıb, dəyişkəndir. Biokimyəvi fəal birləşmələrin miqdarı Lənkəran çay və FAQ-22 sortlarında tanin və kafeinin mişdarı digər sortlardan nisbətən üstündür.

Apardığımız tədqiqatda nəticədə məlum olmuşdur ki, dağ yamaclarının 600-700 m hündürlüyündə yerləşən çay sortlarında, ümumilikdə flavonoidlərdən tanin, katexin, katexin-tanin birləşməsi və flavononin miqdarı düzənlik ərazidə becərilən çay bitkisindən 15x15 mkq yüksək olur. Bu onu təsdiq edir ki, Talış dağlarının Cənub-Şərq yamacları çayçılığın genişləndirilməsi üçün səmərəli və məqsəduyğundur.

Açar sözlər: *yeni çay sortları, kimyəvi tərkib, flavonoidlər, keyfiyyət, məhsuldarlıq*

Huseynagha Asadov
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Dendrology
kemale.sadiqova1960@mail.ru
Farman Guliyev
Lankaran Regional Scientific Center of ANAS
prof.fguliyev@mail.ru
Jahani Nusratzade
Lankaran Regional Scientific Center of ANAS
PhD student
cahani.nusretzade@mail.ru

Kamala Sadigova
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Dendrology
kemale.sadigova1960@mail.ru

Biochemical components and indicators quality of some tea grown in Azerbaijan

Abstract

In the article given information on the biochemical components and quality indicators of some sorts of tea grown in Azerbaijan. In the research work was determined the amount of some flavonoids in the leaves of a number of new sorts of Chinese tea planted in the Lankaran Regional Scientific Center of ANAS. In studies, it turned out that the quality of tea leaves is highly dependent on the amount of flavonoids synthesized in the leaves. The quality of its leaves depends on the amount of flavonoids synthesized in the leaf.

The amount of tannin, caffeine, caffeine-tannin combination, flavonin and caffeine in tea leaves is not the same in newly acquired varieties, it is changeable. The amount of biochemically active compounds in sorts of Lenkoran tea and CHAVO-22, the content of tannins and caffeine is relatively higher than in other sorts.

As a result, it was found that sorts of tea located at a height of 600-700 m on mountain slopes, the amount of flavonoids tannins, catechin, catechin-tannin combination and flavonone is 15x15 µg higher than in tea a plant cultivated in a plain terrain. This confirms that the southeastern slopes of the Talysh Mountains are efficient and suitable for expanding cultivation tea.

Keywords: *new sorts of tea, chemical composition, flavonoids, quality, productivity*

Giriş

Azərbaycan xalqının milli süfrəsində özünə əbədi yer tutan çay, tərkibində spirti olmayan ən sağlam içki hesab edilməkdədir. Şaxtalı soyuq havadan qorunmaq və qızmar istilərin təsirini dəf etmək üçün ən qiymətli içki pürrəngi çaydır. Heç bir içkinin çay qədər rahat təsiri olmadığından insanlar daima çay ilə rahatlıq tapır. Çay tarixdən bəlli olan və bir çox Şərq ölkələrdə geniş yayılmışdır. Bəzi ölkələrdə çay həm də müalicə tədbiri olaraq istifadə edilmişdir. Şərq ölkələrində, həm də Azərbaycanda, “çayxanalar”, çay məclisləri və çay dəzgahı məhşurdur.

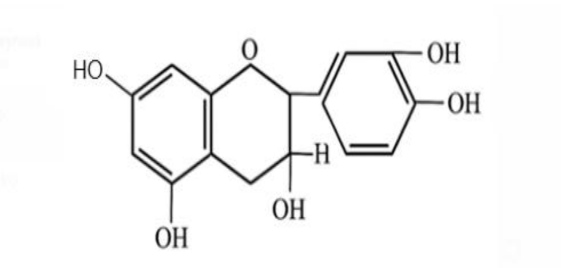
Azərbaycanın möhtəşəm diyarından Lənkəran-Astara bölgəsi, eləcə də Zaqatala-Balakən iqtisadi rayonu, torpaq-iqlim şəraitinə görə XX əsrin əvvəllərindən çay bitkisi becərilməyə başlanmış və hal-hazırda Respublikamızda 20 min hektardan çox, geniş ərazilərdə bu bitkı becərilir və istehsal sahələri yaranmışdır. Artıq 2023-cü ildə 3 ton quru çayın toplanması nəzərdə tutulub.



Şəkil 1. *Thea sinensis* L. çiçək görünüşü

Lənkəran-Astara bölgəsinin subtropiq ərazilərində, iqlim-torpaq amilini nəzərə alaraq Çin çayı becərilir. Azərbaycanda çay bitkisinin becərilməsində Gürcüstan, Rusiya və s. ölkələrin tədqiqatçı alimlərinin əməyi olmuşdur.

Çay yarpağının keyfiyyətini çayların cavan zoğlarındakı üç yarpaqlar (ilk 2 yarpaq) təşkil edir. Bu yarpaqların kimyəvi dəyəri tərkibindəki flavonid birləşmələridir. Flavonoidlər benzo-γ-piron törəməsi olub, 15 karbon atomundan təşkil olunmuşdur. Hal-hazırda dərman və efir yağlı bitkilərdə 200-dən çox bioliji fəal birləçmələr aşkar edilmişdir. Çay yarpaqlarında xarakterik flavonoidlərdən = tanin, katexin, auran, flavonon və s. aşkarlanmışdır. Tanin və kafexin üstünlük təşkil etdiyindən, çayın latın ifadəsi "Tea"dır. Onların kimyəvi quruluşunda 3 benzol həlqəsi vardır (Grishkevich, 1983).



Xarakterik quruluş

Tədqiqat obyekti və üsulları. Çay bitkisinin Azərbaycan Respublikasında genişmiqdarlı ərazilərdə becərilməsində AMEA-nın Lənkəran Regional Elmi Mərkəzinin müdiri, "Əməkdar çayçı", prof. Quliyev Fərman Ağadədə oğlu və onun zəhmətkeş tədqiqatçılarının çox böyük rolu olmuşdur.



Şəkil 2. AMEA-nın Lənkəran Regional Elmi Mərkəzdə ekspedisya zamanı

Kollektivin fədəkarlığı nəticəsində bu mərkəzdə (bu bölgədə) vaxtı ilə şöhrət qazanmış Hindistan, Şri-Lanka, Yaponiya, Çin, Koreya, Vetnam kimi Şərq ölkələri və keçmiş SSSR-nın bəzi respublikaları = Gürcüstan, Krasnadar vilayəti və s. çay sortlarından heç də geri qalmayan növmüxtəlifliyi və sortlar, klon və formasiyalar alınmışdır. Bu sortların ana xətti Çin çayı (*Thea sinensis*) olmuş və ondan yoxlama variantı olaraq "Azərbaycan-2" sortu bölgə üçün xarakterik olan rayonlaşdırılmış "Fərmançay çəhrayı", "Xəzər çay", "Lənkəran çay", "Türk çayı" və "FAQ-22" alınmışdır. Qeyd edilmiş yeni sortlar Dövlət Sınaq mərkəzində təsdiq edilmişdir.

Farmokoloqlar və kimyaçılara çox yaxşı məlumdur ki, bioloyi fəal birləşmələr (flavonoidlər, efir yağları, müxtəlif dərman xassəli birləşmələr) 70 və ya 95%-li etanolda (etil spirtində) asanlıqla həll olur. Saxsı fincanda buxarlandırıldıqdan sonra qalıq maddə qaynar suda həll edilir, süzgəçdən

keçirilir və flavonoidlərin ümumi miqdarı aşkarlanır. Flavonoidi müəyyən etmək üçün xarakterik obyekt Yapon soforası-(*Sophora yaponica* L.)-nın çiçəkləridir. Qaynar suda çökdürülmüş flavonoidlər, soyuq suda sarı rəng alır (rutinol). Flavonoidlər alındığı obyektdən asılı olaraq etanolda parlaq sarı və ya qırmızı rəng ola bilər.

Flavonoidləri bitki nümunələrindən ayırmaq məqsədi ilə nümunələrin üzərinə 5-7 damcı qatı hidrogen xlorid (HCl) turşusu və 10-15 mq Mg və Zn metalı əlavə edilir. Təxminən 5-10 dəqiqə ərzində qırmızı, çəhrayı və ya tünd sarı rəng alınır. Prosesi fəallaşdırmaq məqsədi ilə alınmış xülasəni 3-5 dəqiqə qaynar su hamamına qoymaq olar (Belous, 2009: 43).

Bir qrup müəlliflər qeyd edirlər ki, çay bitkisinin keyfiyyət göstəriciləri torpaq, temperatur, nisbi rütubət və işıqlanmadan asılı olub, aqrotexniki qulluq normativlərinə görə də dəyişə bilir (Afshar, 2012:165-170; Valiylina, Makarova, Budilin, 2018: 249-255; Afonina, Lebedova, Setko, 2020: 17). Valiulina qeyd edir ki, 1 q çay yarpağını su və etilspirti qarışığında (1:1 nisbətində), 24 saat ərzində 37^0C-də qızdırmaqla alınmış 0,25 ml xülasəyə 4 ml Folinq-Cokalteu reaktivi əlavə etməklə, 20 dəqiqədən sonra 725 nh dalğa uzunluğunda spektrofotometrdə təyin edilə bilir (Valiylina, Makarova, Budilin, 2018: 249-255). Tədqiqat zamanı qeyd olunan üsullardan istifadə və istinad edərək, 10 q çay nümunəsində flavonoidlərin müxtəlif fraksiyaları təyin edilmiş və cədvəllərdə təqdim olunur. Bizim tədqiqatlarda F.A.Afşar və b. üsulun istifadəsi daha səmərli olmuşdur (Afshar, 2012:165-170; Ryabchenko, Dolgov, Aptikeeva, Bogdanov, Vagner, 2006: 301-308).

Müzakirə. Çay bitkisinin biokimyəvi komponentlərinin təyin edilməsi, bitkinin tibbi-bioloji və antioksidant mahiyyətə mənsub olmasından irəli gəlir. Məhz buna görə də bir çox tədqiqatçılar çay yarpaşından alınan xülasələrin (ekstraktların), xüsusilə də paliflavonoidlərin tibbi-bioloji xassəsini yüksək qiymətləndirirlər. Tədqiqat zamanı aydın olmuşdur ki, katexinlərin və katexin-tanin birləşməsi mahiyyət etibarı ilə çayın həqiqi mahiyyətini təsdiq edən göstəricilərdir (cəd. 1.) (Afshar, 2012: 249-255; Valiylina, Makarova, Budilin, 2018: 249-255; Tatarchenko, 2015: 8-15; Malyukova, 2020: 870-980; Gvasaliya, 2022: 97-105; Afonina, Lebedova, Setko, 2020:17).

Cədvəl 1.
LREM-də alınmış yeni çay sortlarının yarpaqlarının kimyəvi komponentləri, 10 q quru kütləyə görə mkq-la

Yeni çay sortları	Yarpaqların kimyəvi komponentləri				
	Tannin	katexin-tannin	Kafein	Flavonon	C vitamin
Azərbaycan-2	32,4	28,3	17,1	9,0	1,03
Fərmançay	45,7	34,7	22,3	12,3	3,7
Fərmançay çəhrayı	45,2	40,2	31,7	17,4	4,2
Xəzər çay	41,8	42,4	44,2	13,3	4,6
Lənkəran çay	49,6	52,1	51,2	22,1	5,4
Türk çayı	40,1	40,3	34,6	18,0	3,9
FAQ-22	54,8	62,4	53,2	22,6	8,2

Tədqiqat dövründə aşkar edilmişdir ki, Azərbaycanda becərilən, xüsusilə də Lerik rayonunun Hücü kəndində, dağ yamaclarının hündürlüyü 600-700 m. olan ərazilərin çay bitkisinin yarpaqlarında tanin və katexinin miqdarı digər ərazilərlə müqayisədə xeyli yüksəkdir (43,7 və 51,8 mkq). Prof. F.AQuliyevin təyinatlarına görə bu göstərici çay yarpaqlarındakı ümumi flavonoidlərin 25-38%-ni təşkil edir. Təyinatlardan aydın olmuşdur ki, Lənkəran rayonunun Xanbulan kəndində (düzənlik ərazi) çay bitkisinin fleşlərində tanin, tanin-katexin birləşməsi, flavonoidlərin qlükozidli birləçmələri = O-qlükozitlər, qlikoflavonoidlər və aminoqlükozidlər, alkoloidlər, kafein, vitamin və efir yağları da toplanır (Kheldm, 2011: 471; Mgaloblishvili, 1975: 86; Tatarchenko, 2015: 8-15; Meladze, 2004: 19-29).



Şəkil 3. İnstitutunun əməkdaşları çay plantasiyasında

Cədvəl 1-dən aydın olur ki, çay bitkisinin, bizim tədqiqatda Çin çay müxtəlif formasiyalarında bitkinin əsas göstəricisi olan tanin rayonlaşdırılmış sortlar arasında eyni miqdarda olmur.

Eyni iqlim-torpaq şəraitində nəzarət variantı olan "Azərbaycan-2" sortunda 10 q quru maddəyə görə 32,4 mkq tanin vardır. "Fərmançay"da isə 13,3 mq yoxlamadan çoxdur (45,7 mkq), "Fərmançay" - 45,2 mkq; "Fərmançay çəhrayı"da - 45,2 mkq; "Xəzər çay"da - 41,8 mkq; "Lənkəran çay"da - 49,6 mkq; "Türk çay"ında - 40,1 mkq; yeni sortolan "FAQ-22"də (gələcəkdə "Zəfər çay" adlandırılacaq) - ən yüksək göstərici diqqəti çəlb edir (Maslova, 2007; Belous, 2009).

Tədqiqatlar zamanı aşkar olmuşdur ki, çay yarpaqlarında, istərsə "Azərbaycan-2", istərsə də yeni sortlarda katexin-tanin birləşməsinin miqdarı xeyli dəyişkəndir. Beləki, "Azərbaycan-2" (yoxlama) sortunda bu birləşmənin miqdarı cəmi 28,3 mkq, sonrakı variantlarda isə uyğun olaraq 34,4; 40,2; 52,1 və 62,4 mkq olmuşdur. Göründüyü kimi, katexin-tanin birləşməsi "Lənkəran çay" və "FAQ-22" formasiyalarında ən yüksək göstəriciyə uyğun olaraq 52,1 və 62,4 mkq bərabər olmuşdur.

Çay sortlarında, xüsusilədə yarpaq yığımı aprelin II ongünlüyü və may ayında aparıldıqda kafein və flavonun miqdarında da müəyyən artım müşahidə olunmuşdur. Bu dövrdə çay toplanarkən yarpaqda kafeinin nisbətən yüksək olması, təsərrüfatçılara yüksək keyfiyyətli "qaraçay" istehsal olunmasında xeyli əlverişli dövr olur. Burada qeyd etmək istərdik ki, "Lənkəran çay" və "FAQ-22" sortlarında eyni uyğunluğa əsasən kafenin miqdarında yüksəliş qeydə alınmışdır (51,2 və 53,2 mkq).

Aparılmış tədqiqatlardan aydın olmuşdur ki, çay yarpaqlarında C vitamini xeyli azdır və onun miqdarı yoxlama variantında 1,03 mkq, təcrübə sortlarında 3,7-8,2 mkq arası dəyişir. Çay yarpaqlarında efir yağlarının toplanması xüsusi əhəmiyyət daşıyır və o, çayın ətirli olmasını təmin edir. Çay yarpaqlarında, xüsusilə də fleş yarpaqlarda P vitamini (rutinol) xeyli miqdarda toplanır (bu haqda məlumat gələcək məqalələrdə təqdim olunacaqdır).

Lerik rayonunun Hücü kəndində, dağ yamacının hündürlüyü 600 və 700 m olan ərazidə yaş dövrü 20-25 il olan Çin çay növmüxtəlifliyi, ana sort olaraq "Azərbaycan-2" sortu becərilir. Bu ərazidəki çayın keyfiyyətini təyin etmək məqsədi ilə müxtəlif formasiyalardan (3 təkrarda) yarpaq götürülmüşdür. Təyinatlardan aydın olmuşdur ki, təbii şəraitdə, dağ yamaclarında becərilən çayın yarpaqlarında yoxlama variantında fərqli olaraq 44,3 mkq tanin toplanmışdır və göstərici Xanbulan kəndində becərilən "Azərbaycan-2" sortu ilə müqayisədə (yoxlama variantı), təxminən 10 mkq çoxdur. Buradakı, 600 m hündürlükdə olan eyni sortda, 3 təkrarın nəticəsi olaraq, orta göstərici 43,7 mkq-dır. Dağ yamacının 700 m-lik hündürlüyündə, işıqlanmanın çoxluq təşkil etdiyi şəraitdə eyni növün yarpağında 51,8; 54,2 və 57,0 mkq tanin toplanmış və bu göstəricilərin orta göstəricisi 600 m-lik hündürlükdəki ifadə ilə müqayisə etdikdə 10 mkq-a yaxın artım diqqəti cəlb edir. Ərazilərin müxtəlif hündürlükdə olması, çay bitkisinin uzungün oldugunu açıq-aşkar təsdiqləyir (cəd. 2).

Cədvəl 2.
Ərazinin relyefinə görə becərilmiş çay bitkisinin kimyəvi komponentləri, 10 q quru kütləyə görə mkq-la

Ana sort	Dağ yamaclarının hündürlüyü m-lə	Çay bitkisinin kimyəvi komponentləri				
		tanin	katexin-tannin	Kafein	Flavonon	C vitamin
Azərbaycan-2	600	44,3	34,2	23,4	13,0	2,3
“--------“	“--------“	42,7	32,7	27,1	14,7	2,7
“--------“	“--------“	44,0	36,4	26,2	16,2	2,0
Orta göstərici		43,7	34,4	25,5	14,6	2,3
Azərbaycan-2	700	51,8	62,1	31,3	20,7	2,6
“--------“	“--------“	54,2	64,3	34,4	22,1	3,4
“--------“	“--------“	57,0	67,4	37,0	24,2	3,8
Orta göstərici		53,0	64,6	34,2	22,0	3,2

Dağ yamaclarında kafexin, katexin-tanin birləşməsi, flavonon və kafenin miqdarı digər ərazilərə görə, keyfiyyətcə xeyli yüksəkdir. Çay yarpaqlarında katexin və katexin-tanin birləşməsinin miqdarca yüksək olması, çay yarpaqlarının keyfiyyətini və bitkinin bioloji məhsuldarlığını da artırır. Cədvəl 2-nin göstəricilərindən aşkar olunmuşdur ki, dağ yamacı 700 m olan ərazidə toplanmış katexin-tanin birləşməsinin miqdarı, 600 m-lik əraqzidəki çay bitkiləri ilə müqayisədə 2 dəfə artıqdır, bu artım təxminən orta hesabla 30,0 mkq bərabər olmuşdur. Buradakı çay yarpaqlarında kofenin miqdarında fərqli artım nisbətən azdır.

Cavan yarpaqlarda kafenin miqdarının nisbətən az olması, çayın keyfiyyət göstəricilərindən biri hesab edilməlidir. Yüksəklik 700 m olan ərazidə kafenin azda olsa artımı, yarpaqların sürətlə boy artmasına, yəni “qocalmasına” səbəb ola bilər. Məhz buna görə də çayçılıqla məşgul olan fermerlər, çay yarpaqlarını dağlıq ərazidə toplama müddətini optimal təyin etməyi bacarmalıdır (Quliyev, Quliyev, 2021: 478-484).

Cədvəl 2-dən həm də məlum olur ki, dağ yamaclarındakı çay yarpaqlarında flavonların sintezi və toplanması, çayda antioksidantların daha fəal olduğunu təsdiq edir. Göründüyü kimi, dağlıq ərazidə inkişaf edən çay bitkisinin yarpaqlarında C vitamini nisbətən az toplanır.

Çay bitkisinin yarpaqlarının keyfiyyət göstəriciləri bioloji fəal maddələr olan flavonoidlərin miqdarından asılıdır. Onlar antioksidant olaraq, oksidləşmə-reduksiya və eləcə də nüvədə hidroksidləşmə reaksiyalarında fəal iştirak edirlər. Flavonoidlər 200-dən çoxdur, lakin onlar bir neçə qruplara ayrılırlar: = flavonlar, flavonollar, izoflavonlar, antostanlar, xalkonlar, taninlər, katexinlər, ksantonlar, arqonlar və s. Ərazidə becərilən Çin çay növmüxtəlifliyinin yarpaqlarında iqlim dəyişmələri şəraitində müəyyən dəyişikliklər baş verə bilər. Cavan çay yarpaqlarında biokimyəvi reaksiyalar nəticəsində bitkilərin (çay sortlarının) keyfiyyət göstəriciləri, bioloji fəal birləşmələrinin ümumui miqdarının 0,5-2,25% - ni təşkil edə bilər. Bu göstəricilər ali bitkilərdə, xüsusilə də dərman bitkilərində yüksək olur. Çünki bu bioloji birləşmələr orqanizmdə anti oksidant olaraq fəaliyyət göstərir.

Nəticə

1. Lənkəran-Astara bölgəsində becərilən Çin çay növmüxtəlifliyindən alınmış çay məhsulu keyfiyyətcə xeyli yüksəkdir.
2. Çay yarpaqlarında tannin-katexin, kafenin-tanin birləşməsinin və flavonların olması antioksidant olaraq yüksək tonuslaşdırıcı xassəyə malikdir.
3. Lənkəranın Xanbulan kəndində becərilən yeni çay sortlarında, xüsusilə də biokimyəvi fəal birləşmələrdən tanin və katexini digər sortlardan xeyli yüksəkdir.

4. Lerik rayonunun Hücü kəndində, dağ yamaclarının hündürlüyü 600-700 molan ərazidə "ana" çay sortunda "Azərbaycan-2" flavonoidlərdən tanin, katexin və flavonlar daha çox toplanır. Dağ yamaclarındaçay bitkisinin yüksək keyfiyyətə malik olması dağ yamaclarının yeni çay plantasiyalarının salınması məqsədyönlüdür.

Ədəbiyyat

1. Grishkevich, N.I. (1983). Khimicheskiy analiz lekarstvennikh rasteniy. M.: "Visshaya shkola" s.82-93.
2. Belous, O.G. (2009). Biologicheskie osobennosti kulturi chaya v usloviyakh vlajnikh subtropikov Rosii. Aftorefarat.dis. D.b.n. Belous Oksana Genadiebna, Krosnadar, 43 s.
3. Afshar, F.N. (2012). Comparicon of the total phenol, flavonoid contents and antioxidant methanolic extracts of Artemisia spisigera and A. Spiendens growing in Iran/Pharmacological siences. vol. 18. № 3, p.165-170.
4. Valiylina, D.F., Makarova, N.V., Budilin, D.V. (2018). Sravnitelniy analiz khimicheskogo sostava i antioksidantnikh svoystv raznikh vidov chaya iskhodnogo sirya dlya proizvodstva chaynogo ekstrata. Vestnik VQUİT, t. 80, № 2, s.249-255.
5. Afonina, S.N., Lebedova, E.N., Setko, N.P. "Biokhimiya komponentov chaya i osobennisti yego biologicheskogo deystviya na organizm. Orenburgskiy meditsinskiy vestnik, t. 6. № 4 (20), 17 s.
6. Ryabchenko, A.Y., Dolgov, A.M., Aptikeeva, N.V., Bogdanov, V.S., Vagner, N.E. (2006). Mnogoletnee klinicheskoe nablyudenie redkogo demieliniziruyushego zabolevanie optikomielitadevika. FQBOUVO "Orenburgskiy Gosudarstveniy Universitet" Minzdrav Rosii, t.5, № 4, s.301-308.
7. Tatarchenko, I.A. (2015). Razrabotka novikh vidov chaynoy i kofeynoy produksiy i sovershenstvovanie otsenki ikh kachestva. KQU, Krasnodar, avtor.k.t.n., s.8-15.
8. Malyukova, L.S. (2020). Fiziologo-biokhimicheskie kharakteristiki mikropobegov chaya (Camellia sinensis L.) v vide invitro: norma, osmoticheskig stress, vliyanie kaltsiya. (L.S.Malyukova i dr.) Selskokhozyaystvenaya biologiya, t. 55. № 5, s.870-980.
9. Gvasaliya, M.V. (2022). Introduksiya osmoticheskogo stressa invitrov stelyakh polucheniya ustoychivikh k zasukhe genotipov chaya. Plodovodstva i vinogradarstvo Yuga Rosii. № 75 (3), s.97-105.
10. Kheldm, G.V. (2011). Biokhimiya rasteniya. M.Binom: Laboratoriya znaniy, 471 s.
11. Mgaloblishvili, E.K. (1975). Chay i medisina. E.Y.Susunova. Batumi: Sabgota Admara, 86 s.
12. Meladze, M. (2004). Vliyanie vneshnikh faktorov na khimicheskiy sostav selektsionnikh sortov chaya (Agrarnaya nauka), s.19-20.
13. Maslova, L.N. (2007). O perspektivakh primenenie flavonoidov dlya profilaktiki ateroskleroza i aterotromboza (L.N.Maslov) klinicheskaya farmakologiya i terapiya, t. 16. № 3, s.60-67.
14. Quliyev, F., Quliyev, R. (2021). Çayçılıq. B., s.478-484.

Göndərilib: 02.05.2023 Qəbul edilib: 03.07.2023

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/20-24

Arzu Babazadə
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
doktorant
arzu.babazade94@mail.ru
Hümbət Hümbətov
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti
aqrar elmleri üzrə fəlsəfə doktoru
humb@inbox.ru

BİTKİ SIXLIĞININ ŞƏKƏR ÇUĞUNDURU MƏHSULUNUN FORMALAŞMASINA VƏ QURULUŞUNA TƏSİRİ

Xülasə

Şəkər çuğunduru məhsulunun formalaşmasında bitki sıxlığının təsirinin öyrənilməsi üçün iyul, avqust və sentyabr aylarının 15-nə olan tarixlərdə təcrübə ləklərindən təkrarlar üzrə çıxarılmış bitkilərin yarpaq və kökümeyvələrini çəkib kütlələrini müəyyən etmişik. Belə ki, 71 000 bitki sıxlığında iyul ayında götürülən nümunədə kökümeyvə 122,4 qr, yarpaq kütləsi isə 210,5 qr, avqust ayı üçün götürülən nümunə də kökümeyvə 222,4 qr, yarpağın kütləsi isə 255,8 qr, sentyabr ayında isə kökümeyvənin kütləsi 451,55 qr, yarpağın kütləsi isə 198,6 qr olmuşdur.

İkinci variantında isə müvafiq kütlələr alar üzrə belə olmuşdur, iyul ayında kökümeyvənin kütləsi 195,5 qr, yarpağın kütləsi 332,3 qr, avqust ayında kökümeyvənin kütləsi 356,8 qr, yarpağın kütləsi 413,8 qr, sentyabr ayında isə 497,47 qr kökümeyvə və223,8 qr yarpağın kütləsi olmuşdur.

47 000 bitki sıxlığında iyul ayı üçün kökümeyvənin kütləsi 193,7 qr, yarpağın kütləsi 329,2 qr, avqust ayı üçün 348,3 qr kökümeyvə və 397,1 qr yarpaq, sentyabr ayında isə kökümeyvənin kütləsi 448,21 qr və yarpağın kütləsi isə 226,2 qr olmuşdur. Bütün alınan nəticələrə əsasən şəkər çuğundur üçün ən yaxşı bitki sıxlığı hektarda 57000 bitkinin saxlanılmasıdır.

Açar sözləri: *şəkər çuğunduru, bitki sıxlığı, kökümeyvə, yarpaq, kütlə, nəzarət variantı*

Arzu Babazadeh
Azerbaijan State Agrarian University
PhD student
arzu.babazade94@mail.com
Humbat Humbatov
Azerbaijan State Agrarian University
PhD in agrarian sciences
humb@inbox.ru

Effect of plant density on sugar beet formation and structure

Abstract

In order to study the effect of plant density on the formation of sugar beet crop, we weighed and determined the masses of the leaves and root fruits of the plants extracted from the experimental plots on the dates of July, August and September 15. Thus, in the sample taken in July at a density of 71,000 plants, the root fruit weight was 122.4 g, and the leaf mass was 210.5 g. 451.55 g, and the mass of the leaf was 198.6 g.In the second variant, the relevant masses were as follows for alars: in July, the mass of the root fruit was 195.5 g, the mass of the leaf was 332.3 g, in August, the mass of the root fruit was 356.8 g, the mass of the leaf was 413.8 g, and in September, 497.47 g of the root fruit and the mass of the leaf was 223.8 g.

At a density of 47,000 plants, the mass of the root fruit in July is 193.7 g, the mass of the leaf is 329.2 g, in August, the mass of the root fruit is 348.3 g and the mass of the leaf is 397.1 g, and in

September, the mass of the root fruit is 448.21 g and the mass of the leaf is 226,2 gr. Based on all the results obtained, the best plant density for sugar beet is to maintain 57,000 plants per hectare.
Keywords: *sugar beet, plant density, root and fruit, leaf, mass, control variant*

Giriş

Şəkər çuğunduru vacib texniki bitkidir. Ondan həm şəkər istehsalı üçün həm də heyvandarlıqda yem kimi istifadə olunur. Bu bitki Azərbaycanda yeganə şəkər istehsalı mənbəyidir. Dünya ölkələrinin 50-dən çoxu şəkəri şəkər çuğundurundan istehsal edirlər. 70-ə yaxın ölkələr isə şəkər qamışından alırlar. Şəkər çuğundurunun tərkibində 18-25% şəkər vardır.

Yemlilik dəyərinə görə şəkər çuğunduru yem çuğundurundan 2 dəfə üstündür. Şəkər çuğundurunun 1 sentneri 26 yem vahidi yaxud 1,2 kq proteinə bərabərdir. Yarpaqları xüsusilə qida elementləri ilə daha zəngindir. Yarpaqlarda 2-3% zülal, 0,4% yağ və müxtəlif vitaminlər vardır (Hümbətov, Məmmədov, Qəbilov, 2014: 328; Hümbətov, Xəlilov, 2010: 100-144). Şəkər çuğunduru yarpaqlarının tərkibində 15-20% quru maddə, o cümlədən 2-3% azotlu maddələr vardır. Eyni zamanda yarpaqların tərkibində şəkər, yağlar, vitaminlər və kül elementləri vardır. Yarpağın bir sentneri isə 20-22 yem vahidinə, 22 kiloqram həzm olunan proteinə bərabərdir. Yem çuğunduru müvafiq olaraq 12 və 9 yem vahidinə bərabərdir. Yem vahidinin və həzm olunan proteinlərin miqdarına görə şəkər çuğunduru yarpaqları yoncadan geri qalmır. 100 kq yaşıl yoncada 21 yem vahidi, 2,7 kiloqram proteinin vardır. Şəkər çuğundurunun yarpaqları heyvanların yemlənməsi üçün sərfəli yemdir. Nəmliklə yaxşı təmin olunan əkinlərdə yarpaq kütləsinin çəkisi kökümeyvənin çəkisinin yarısına bərabər olur. Yarpaqlar yem kimi təzə halda, silos kimi, bəzən də ot ununun hazırlanmasında istifadə olunur.

Şəkərin emalından sonra zavodlarda çoxlu tullantılar (30 ton məhsuldan 24 ton tullantı) alınır ki, bu tullantılardan spirt, qliserin, pektin kleyi, süd turşusu, limon turşusu istehsalı üçün istifadə edilir. Eyni zamanda bu tullantıdan heyvandarlıqda yem kimi və təsərrüfatlarda üzvi gübrə kimi də istifadə olunur. Tullantının quru halda 1 sentneri 80-85 yem vahidinə, yaş və turş halda isə 8-10 yem vahidinə bərabərdir (Həsənov, Həsənova, 2010: 176).

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, şəkər çuğundurunun yarpaqları ilə heyvanların çox yemləndirilməsinə yol vermək olmaz. Belə ki, yarpaqlarda həm təmiz halda, həm də silosladırılmış formada çoxlu quzuqulağı turşusu olur ki, bu da heyvanlarda kalsium elementinin mübadiləsini pozur.

Şəkər çuğundurunun kökümeyvəsində saxarozanın olduğu müəyyən edildikdən sonra, bu bitkinin sənaye əhəmiyyəti artmağa başlayır. Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, şəkər çuğunduru yabanı halda bitən, əsas məhsulu yarpaq olan “Monqold” növmüxtəlifliyindən əmələ gəlmişdir. Həmin yarımnövün yabanı bitkilərinə Kiçik Asiya, Suriya, Zaqafqaziya, Aralıq dənizi, Xəzər dənizi və Qara dəniz sahillərində rast gəlinir. Bu bitkinin becərilməsinə eramızdan 2 min il əvvəl başlanılmışdır. Dəclə və Fərat çayları vadilərində yaşayan insanlar bu bitkinin yarpaqlarından müxtəlif xörəklər hazırlayırlarmış. Çuğundurun kökümeyvə kimi becərilməsinə XVIII əsrin əvvəllərindən başlanılmışdır.

Çuğundur İran sözü olub müxtəlif dövrlərdə “çundur”, “çuvundar”, “çakendar”, “şaqonder”, “çuğundur”, “şuqundar” və s. adlandırılmışdır. Çuğundur sonralar Suriyadan Aralıq dənizi ölkələrinə Fransa, İtaliya, İsveçrə, İspaniyaya və s. yerlərə yayılmışdır. Bəzi müəlliflər isə qeyd edirlər ki, “Çuğundur” (“*svekle”)* yunan mənşəli sözdür. Kökümeyvə tipli çuğundur ərəb xəlifətlərində becərilmiş və xaç yürüşləri zamanı Qərbi Avropaya aparılmışdır (Qorçiyeva, 2015: 83).

Kristallik şəkər ilk dəfə çuğundurdan 1747-ci ildə Alman alimi A.S.Marqqraf (Andreas Sigizmund Marggraf, 1709-1782) tərəfindən alınmışdır. Şəkər çuğundurundan zavod üsulunda şəkər istehsalına başlamaq təklifini 1799-cu ildə Alman (prusya) alimi (fizik, ximik, bioloq) F.K.Axard (Franz Carl Achard 1753-1821) vermişdir. Şəkər çuğundurundan şəkər istehsal edən birinci şəkər zavodu 1801-ci ildə Almaniyada tikilmişdir.

Rusiyada ilk dəfə 1792-ci ildə Moskva universitetinin professoru, əczaçı İ.Y.Bindqeym (I.Y.Bindgeym) kökümeyvəli çuğundurdan şəkər almağı təklif etmişdir. M.Q.Pavlov (Maksim Grigorovich Pavlov, 1792-1840) çuğundurun Moskva ətrafında becərilməsinin mümkünlüyünü sübut etmişdir. 1802-ci ildə Rusiyada Tula quberniyasının Çernsk qəzasının Alyabevo kəndində Y.S.Yesipov (Yakov Stepanovich Esipov) tərəfindən ilk şəkər zavodu tikilmişdir.

Şəkər çuğunduru əsasən Rusiyada, Fransada, Polşada, Almaniyada, İtaliyada, Rumıniyada, İspaniyada, İngiltərədə, Çexiyada, Slovakiyada, Belçikada, Macarıstanda, Yuqoslaviyada, Türkiyədə və ABŞ-da becərilir. Yer kürəsində becərilən şəkər çuğunduru əkinlərinin 80%-i Avropanın payına düşür (Posipanov, 2006: 327-348).

Müasir şəkər çuğunduru sortlarının kökümeyvələri konusvari, uzunsov – konusvari formada, lət hissəsi və qabığı ağ rəngdədir. Adətən kökümeyvələri bütöv lükdə torpağa batır. Kökümeyvənin yuxarı səthi kələ-kötür, bəzən isə şaxələnmiş vəziyyətdə olur. Kökümeyvəni torpaqdan çətinliklə çıxarırlar. Kökümeyvələrin lət hissəsi sıx, çoxlu miqdarda dəstə şəkilində nazik dammar liflidlir, şirindir. Şəkər çuğundurunun vahid əkin sahəsindən səmərəliliyi və kökümeyvəsinin çəkisi, yem çuğunduruna nisbətən olduqca aşağıdır. Quru maddənin məhsuldarlığı isə artıqdır.

Şəkər çuğunduru kökümeyvələri gec yetişəndir, istənilən yüksək keyfiyyətli məhsulun toplanması üçün uzun müddətli vegetasiya dövrü lazımdır. Bu dövr şəkər çuğunduru üçün 150-200 gündür. İlin iqlim şəraitindən və sortdan asılı olaraq, cənub rayonlarında səpini həyata keçirilən çuğundur əkinləri 1-dən 10%-ə qədəri çiçəkləyir. Şimalda bu göstərici 30%-ə qədər olur. Şəkər çuğunduru digər çuğundur növlərindən quraqlığa və şaxtaya davamlılığı ilə fərqlənir. Bu da bitkinin köklərinin torpağın daha dərinliyinə daxil olması ilə bağlıdır.

Bitkinin rəngi tünd yaşıl, yarpaq saplağı yaşıl, yarpaq tacı 20-30 yarpaqdan ibarət olmaqla yarı dayanıqlıdır. Yarpaqlarının üst səthi dalğavaridir (De Vos, Hesterberg, Raats, 2000: 517-627).

Şəkər çuğundurunun yarpaqları kökün üzərində rozet şəklində düzülür. Yarpaq ayası enli, saplaqları isə uzun olur. Hər bitkidə 50-80 ədəd yarpaq əmələ gəlir. Yarpağın ömrü 25-70 gün arasında dəyişir. İlk dəfə əmələ gələn yarpaqların həyat fəaliyyəti daha uzun olur. İlk yarpaqların ayası dəyirmi, sonrakılar isə uzunsov-ürəkvari olur. Bir bitki 3000 m^2 yarpaq səthi əmələ gətirə bilir. Bitkinin həyatının ikinci ilində kökümeyvədə əvvəlcə rozet yarpaqlar, sonralar isə yarpaqlı zoğlar əmələ gəlir. Zoğun aşağı hissəsində yarpaqlar iri yuxarı hissəsində isə xırda olur. Xırda göyümtül - yaşıl rəngli çiçəkləri vardır. Çiçəkləri ikicinslidir, qruplarda toplanmışdır. Hər qrupda 2-6 çiçək olur. Hər çiçəkdə 5 ləçək, 5 erkəkcik vardır. Erkəkciklər tez yetişdiyindən çarpaz tozlanırlar. Dişiciyinin ağzı üçdilimlidir.

Çuğundurun meyvəsi xırda qozcuqdur. Yetişən zaman meyvələr bir-biri ilə birləşərək kələfcə əmələ gətirirlər. Hər kələfcədə 2-6 toxum yerləşir. Kələfcəni təşkil edən meyvələrin hər birisi nəhayətində dişicik ağzının üç çıxıntı kimi izi qalmış xırda qozcuqdur. Meyvənin mütləq kütləsi 20-50 qram arasında dəyişir. Toxumları böyrəkşəkilli və parlaqdır. Toxumluq kələfcələr kələ-kötür, qonuru-sarı rəngli olur. Çuğundurun əsil toxumu parlaq qonuru - qırmızı rəngli qılafdan və ikiləpəli rüşeymdən ibarətdir. Ləpələrin arasında gövdə tumurcuğu və kökcüyün bünövrəsi (rüşeym kökcüyü) yerləşir. Rüşeym kökcük də iki ləpədən və ləpəaltı dizcikdən (gələcək boyuncuq) ibarətdir (7).

Kimyəvi tərkibi. Şəkər çuğunduru bitkisinin müxtəlif orqanları kimyəvi tərkibcə eyni olmur, onun beçərilmə şəraitindən, yaş həddindən və sortdan asılı olaraq kəskin surətdə dəyişir. Şəkər çuğundurunun yarpaqlarının havada quru kütləsində 11-12% su, 38-39% sellüloz, 29-30% nişasta və digər karbohidratlar 7,5-8% azotlu maddələr, 5-6% yağlar və 5%-ə yaxın kül maddələri vardır. Toxumlarında nişasta, yağlar və azotlu maddələr üstünlük təşkil edir, toxumun meyvəyanlığı hissəsində linqin, sellüloz və hemisellüloz daha çoxdu.

Vegetasiya dövrünü davam etdirən yarpaqlarda 78- 85% su və 15-22% quru maddələr toplanır, cavan yarpaqlarda quru maddə, yaşlı yarpaqlara nisbətən 1,5-2 dəfə azdır.Yarpağın quru maddəsi əsasən karbohidratlardan (9-15%) ibarətdir. Bundan başqa, yarpaqda 2%-ə qədər sellüloz, o qədər də azotlu maddələr toplanır.

Kökümeyvə şəkər çuğundurunun əsas orqanıdır ki, həmin bitki bu meyvəyə görə becərilir. Bioloji yetişgənliyi başa çatmış kökmeyvədə 75-80% su, 20-25% quru maddə olur. Quru maddənin isə əsas hissəsini şəkər təşkil edir. Yetişdirilmə şəraitindən, yığım müddəti və sort xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, şəkər 15-25% arasında dəyişir. Şəkərdən başqa quru maddənin tərkibinə kökümeyvənin ümumi kütləsinə 4-5% sellüloz, 1-2% zülal, 1%-ə yaxın kül maddələri düşür (8).

Şəkər və digər maddələrin kökmeyvənin müxtəlif hissələri üzrə paylanması qeyri-bərabərdir. Şəkərin ən çox toplandığı nahiyə kökün orta hissəsi - yəni kökboğazcığının əsl kökə keçdiyi hissədir. Burada kökmeyvə kütləsinə nisbətən şəkər toplanışı 19-20%-ə çatır.

Aparılan elmi-tədqiqat işlərinin və qabaqcıl təsərrüfatların verdiyi məlumatlara görə şəkər çuğundurunun kökümeyvəsinə və yarpaq məhsulunun artmasına təsir edən başlıca faktorlardan biri də bitki sıxlığının düzgün seçilməsidir (9).

Bitki sıxlığının şəkər çuğunduru məhsulunun formalaşmasına təsirinin öyrənilməsi üçün iyul, avqust və sentyabr aylarının 15-nə olan tarixlərdə təcrübə ləklərindən təkrarlar üzrə çıxarılmış bitkilərin yarpaq və kökümeyvələrini çəkib kütlələrini təyin etmişik. Müxtəlif sıxlıqda aparılan səpinlərin təsirindən variantların kök və yarpaq məhsuldarlığı nəzarətə (hektarda 71000 bitki) nisbətən artmışdır (10).

Tirəyə səpinin aparıldığı variantlarda hektarda 71 min bitki saxladıqda 15. VII ayda toplanan bir bitkinin orta hesabla kökümeyvəsi 122,4 qr.-a, yarpağı isə 210,5 qrama bərabər olur. 15. VIII ayda bu göstəricilər müvafiq olaraq 222,4 və 255,8 qr.-a bərabər olmuş, 15. IX ayda isə 451,55 və 198,6 qr. təşkil etmişdir (cədvəl. 1).

Cədvəl 1.
Bitki sıxlığının şəkər çuğunduru məhsulunun formalaşmasına təsiri

Qida sahəsi	Təxmini bitki sıxlığı	Bir bitkinin kütləsi, qramla					
		15. VII		15. VIII		15. IX	
		Kökümeyvə	Yarpaq	Kökümeyvə	Yarpaq	Kökümeyvə	Yarpaq
70 x 20 sm	71 000	122,4	210,5	222,4	255,8	451,55	198,6
70 x 25 sm	57 000	195,5	332,3	356,8	413,8	497,47	223,8
70 x 30 sm	47 000	193,7	329,2	348,3	397,1	448,21	226,2

II variantda (hektarda 57 000 bitki) 15 iyulda bir bitkinin kökümeyvə kütləsi 195,5 qrama, yarpaq kütləsi isə 332,3 qr.-a bərabər olmuşdur. 15 avqustda bu göstəricilər müvafiq olaraq 356,8 qr. və 413,8 qr. təşkil etmişdir. 15 sentyabrda isə bir bitkinin kökümeyvə və yarpaq kütləsi müvafiq olaraq 497,47 qr. və 223,8 qr.-a bərabər olmuşdur (cədvəl 1).

Bitki sıxlığının azaldıldığı variantda (hektarda 47000 bitki) bir bitkinin kökümeyvə kütləsi 15 iyulda 193,7 qrama, yarpaq kütləsi isə 329,2 qr.-a çatmış, 15 avqustda bu göstəricilər müvafiq olaraq 348,3 qr. və 397,1 qr., 15 sentyabrda isə 448,21 qr. və 226,2 qr. təşkil etmişdir (cədvəl 1).

Nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, bitki sıxlığının dəyişdirilməsi şəkər çuğunduru bitkisinin kökümeyvə və yarpaq kütləsinin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Alınan nəticələrə nəzər salsaq görərik ki, II variantda səpin (hektarda 57 000 bitki) daha yaxşıdır. Bu variantda vegetasiyanın axırına yaxın (15. IX) bir bitkidə orta hesabla 497,47 qr. kökümeyvə 223,8 qr. isə yarpaq əmələ gəlmişdir. Bu da nəzarətə (hektarda 71000 bitki) nisbətən 25,2-45,92 qr artıqdır (11).

Təcrübədə onu da müşahidə etdik ki, vegetasiyanın ortalarında şəkər çuğundurunun yarpaq kütləsi kökümeyvəsinə nisbətən artıq olsa da, vegetasiyanın axırlarına doğru bu nisbət dəyişir, yəni bitkinin kökümeyvə kütləsi yarpaq kütləsinə nisbətən daha ağır olur (cədvəl 1).

Bitki sıxlığının şəkər çuğundurunun quruluşuna təsirini öyrənmək üçün vegetasiyanın sonunda (30. IX) təkrarlar üzrə hər ləkdən 10 ədəd bitki çıxarılmış bitkilərin yarpaq və kökümeyvələrini çəkib kütlələrini təyin etmişik. Nəticələr aşağıdakı cədvəldə verilir (cədvəl 2).

Hektarda 71 min bitki saxladıqda bir bitkinin cəmi kütləsi 647,22 qr. olmuşdur ki, bunun da 459,59 qramını kökümeyvə, 187,63 qramını isə yarpaq təşkil etmişdir.

Hektarda 57 000 bitki (II variant) saxlandıqda bir bitkinin cəmi kütləsi 722,22 qr. olmuşdur ki, bunun da 502,35 qramını kökümeyvə, 219,87 qramını isə yarpaq təşkil etmişdir. Bitki sıxlığının

azaldıldığı variantda (hektarda 47000 bitki) bir bitkinin cəmi kütləsi 468,4 qr. olmuşdur ki, bunun da 322,76 qramını kökümeyvə, 146,4 qramını isə yarpaq təşkil etmişdir (12).

Hektarda 57 000 bitki (II variant) saxlanılması çuğundurunun kökümeyvəsinin kütləsini nəzarətə (hektarda 71000 bitki) nisbətən 42,76 qr., yarpaq kütləsini isə 32,24 qr. artırmışdır (cədvəl 2).

Cədvəl 2.
Bitki sıxlığının şəkər çuğundurunun quruluşuna təsiri

Qida sahəsi	Təxmini bitki sıxlığı	Bir bitkinin kütləsi, qramla		
		Cəmi	O cümlədən	
			Kökümeyvə	Yarpaq
70 x 20 sm	71 000	647,22	459,59	187,63
70 x 25 sm	57 000	722,22	502,35	219,87
70 x 30 sm	47 000	468,4	322,76	146,4

Nəticə

Hektarda 57 000 bitki (II variant) saxlanılması çuğundurunun kökümeyvəsinin kütləsini nəzarətə (hektarda 71000 bitki) nisbətən 42,76 qr., yarpaq kütləsini isə 32,24 qr. artırmışdır.

Nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, bitki sıxlığının dəyişdirilməsi şəkər çuğunduru bitkisinin kökümeyvə və yarpaq kütləsinin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Alınan nəticələrə nəzər salsaq görərik ki, II variantda səpin (hektarda 57 000 bitki) daha yaxşıdır. Bu variantda vegetasiyanın axırına yaxın (15. IX) bir bitkidə orta hesabla 497,47 qr. kökümeyvə 223,8 qr. isə yarpaq əmələ gəlmişdir. Bu da nəzarətə (hektarda 71000 bitki) nisbətən 25,2-45,92 qr artıqdır.

Ədəbiyyat

1. Hümbətov, H.S., Məmmədov, V.Ə., Qəbilov, M.Y. (2014). Şəkərli və nişastalı bitkilər, Bakı: “Elm və təhsil”, 328 s.
2. Hümbətov, H.S., Xəlilov, X.Q. (2010). Texniki bitkilər. Bakı: “Aytac”, s.100-144.
3. Həsənov, S.P., Həsənova, A.S. (2010). Şəkər çuğunduru və şəkər istehsalı. Bakı, 176 s.
4. Qorçiyeva, T.K. (2015). Funksional təyinatlı şəkər çuğundurundan istifadə etməklə unlu qənnadı məmulatların texnologiyasının işlənməsi. Magis. disser. Bakı, 83 s.
5. Posipanov, Q.S. (2006). «Rastenievodstvo». Moskva: «Kolos», s.327-348.
6. De Vos, J.A., Hesterberg, D., Raats, P.A.C. (2000). Nitrate Leaching in a Tile-Drained Silt Loam Soil. Soil Sci. Soc. Am. J, Vol. 64, p.517-527.
7. www.agrocounsel.ru/posev-saharnoj-svekly
8. www.britishsugar.co.uk/sugarbeet.aspx
9. www.dissercat.com›
10. www.stgetman.narod.ru/svekla.html
11. www.sucrose.com/lbeet.html
12. xcook.info/product/saharnaja-svekla.html

Göndərilib: 02.06.2023 Qəbul edilib: 05.07.2023

KİMYA

CHEMISTRY

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/25-31

Fizzə Məmmədova
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Təbii Ehtiyatlar İnstitutu
kimya üzrə fəlsəfə doktoru
fizze.mammadova@mail.ru
Tofiq Əliyev
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Təbii Ehtiyatlar İnstitutu
kimya elmləri doktoru
tofiq_aliyev@yahoo.com
Havva Cəfərova
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Təbii Ehtiyatlar İnstitutu
dissertant
ferecovahavva@gmail.com
UOT 543.3 546.06.

NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ YERÜSTÜ SU EHTİYATLARI

Xülasə

Təqdim edilən işin məqsədi Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki yerüstü suların fiziki-kimyəvi göstəriciləri, yayılma qanunauyğunluqları, ekoloji problemləri və çağdaş istifadə perspektivlərini öyrənmək cəhdidir. Məqalədə çay və göl ekosistemlərində suların hidrokimyəvi keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün müasir yanaşma və araşdırmalar öz əksini tapıb. Araşdırmalar bir tərəfdən yerüstü suların ekoloji keyfiyyətinin təyini ilə bağlı ümumi müddəaların, digər tərəfdən isə suyun keyfiyyətini əks etdirən əsas diaqnostik göstəricilərin müəyyən edilməsinə zəmin yaradır.

Açar sözlər: *Naxçıvan Muxtar Respublikası, yerüstü sular, çay və göl ekosistemləri, orqanoleptik göstəricilər, makroelementlər, su sərfi*

Fizza Mammadova
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Natural Resources
Doctor of Philosophy in Chemistry
fizze.mammadova@mail.ru
Tofiq Aliyev
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Natural Resources
Doctor of Chemical Sciences
tofiq_aliyev@yahoo.com
Havva Jafarova
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Natural Resources
PhD researcher
ferecovahavva@gmail.com

Surface water resources of Nakhchivan Autonomous Republic

Abstract

The purpose of the presented work is an attempt to study the physico-chemical indicators of surface water in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic, distribution patterns, ecological problems and modern use perspectives. The article reflects modern approaches and researches for the assessment of the hydrochemical quality of water in river and lake ecosystems. On the one hand, the research lays the groundwork for the determination of general provisions regarding the determination of the ecological quality of surface water, and on the other hand, the basic diagnostic indicators reflecting water quality.

Keywords: *Nakhchivan Autonomous Republic, surface water, river and lake ecosystems, organoleptic indicators, macroelements, water consumption*

Giriş

Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində ümumi uznluğu 1,8 min km olan 40-dan artıq böyük və kiçik çaylar mövcuddur. Ərazinin daxili suları, xüsusən də çay şəbəkəsi qeyri-bərabər paylanmışdır. Zəngəzur silsiləsindən axan çaylar sıx şəbəkə ilə fərqlənir. Naxçıvan çökəkliyində Naxçıvançaydan qərbdəki ərazilərdə axan çaylar isə zəif şəbəkə təşkil edir. Zəngəzur silsiləsi dağlıq hissə olduğundan bu ərazidə çay şəbəkəsi daha geniş yayılmışdır (Abbasov, 2015: 200).

1000-2500 m yüksəklikdəki sahələrdə rütubətlilik nisbətən çox olduğundan bu ərazidə çay şəbəkəsi qismən yaxşı inkişaf etmişdir. 2500 m-dən yüksək sahələrdə isə mənzərə dəyişilir, burada yağıntıların azalması, bitki və torpaq örtüyünün zəif inkişaf etməsi nəticəsində çay şəbəkəsi azalır (Urazmetov, 2007: 52). Bu zonada yeraltı sular adətən bulaqlar şəklində yer səthinə çıxır. 3000 m və daha yüksək sahələrdə relyef çılpaq və qayalıq, atmosfer çöküntüləri nisbətən az olduğundan, bu zonanın çay şəbəkəsi zəif inkişaf etmişdir. Bəzi çay hövzələrinin (Naxçıvançay, Əlincəçay, Gilançay) 2500 m-dən yüksək sahələrində çay şəbəkəsinin sıxlığı 0,10 km/km^2-ə qədər azalır. 1000 metrdən aşağıda yerləşən dağətəyi və düzənlik sahələrində çay şəbəkəsinin zəif inkişaf etməsi isə bu zonada yağıntının azlığı, buxarlanmanın intensiv getməsi və çay sularının çökmə süxurlara tez hopması ilə əlaqədardır.

Muxtar respublika ərazisindəki çaylar Araz hövzəsinə daxildir (Bağırov, 2006: 110). Ərazinin mərkəzi və cənub-qərb hissəsində çaylar öz başlanğıcını Zəngəzur və Dərələyəz silsiləsinin dik yamaclarından götürür. Dərələyəz silsiləsi Naxçıvan MR-in şimal-şərq hissəsində yerləşir və Ermənistan ilə muxtar respublika arasında təbii sərhəd rolunu oynayır. Bu silsilənin bir hissəsi Cəhriçayın əsas dərəsindən qərbdə, digəri isə ondan şərqdə yerləşir.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsi müxtəlif mənşəli göllərlə zəngindir. Regionda iyirmiyədək göl mövcuddur, bunların sahəsi və həcmi kiçikdir (Əsgərov, 2003: 100). Qeydiyyata alınan göllərin əksəriyyətinin sahəsi 10 hektardan azdır. Ərazinin göl çalalarının formalaşmasında tektonik hərəkətlərin və bulaqların rolu böyükdür. Ümumiyyətlə yerüstü su hövzələrinin əmələ gəlməsində ərazinin hidrodinamik anomaliyası böyük əhəmiyyət daşıyır. Tektonik aktiv cavan geoloji strukturların daxil olduğu hidrodinamik anomaliyalar Şimali Qafqazın artezian hövzələrinə aiddir. Bu anomaliyaların yüksək seysmik ərazilərə yaxınlığı təsadüfi deyildir. Məlumdur ki, yeraltı suların yüksək təzyiqi və seysmik fəaliyyəti eyni ərazinin müasir tektonik aktivliyindən qaynaqlanır. Görünür ki, bu ərazilərdə yeraltı suların yüksək təzyiqi həm də onların seysmik rejiminə təsir edir. Bu həmçinin ərazinin termodinamik şəraitinə də təsir göstərir. Nəticədə seysmik aktivliyi ilə atmosfer yağıntıları, yerüstü və yeraltı sular arasındakı asılılıq yaranır. Naxçıvan Muxtar respublikası yeraltı sularla zəngin olduğundan bu proseslər göllərin formalaşmasına öz təsirini göstərir. Muxtar respublikada xeyli sayda süni göllər mövcuddur. Bu göllər məqsədyönlü surətdə yaradılmış, müxtəlif təyinatlı sututarlar, gölcük, nohur və su anbarlarıdır. Son illər muxtar respublika ərazisində bir neçə su anbarı (Arpaçay, Uzunoba, Vayxır, Nehrəm, Heydər dəryaçası, Qahab, Sirab, Bənəniyar, Xok və s.) yaradılmışdır. Araz su qovşağı su anbarının bir hissəsi muxtar respublikanın ərazisində yerləşir (Əsgərov, 2003: 309).

Bu hidrotexniki komplekslər çayların axımını həm mövsümi, həm də qismən çoxillik tənzimləyir, ərazi üçün xarakterik olan daşqınların təhlükəsini azaldır (Muxtar respublika ərazisindəki göllər yerüstü

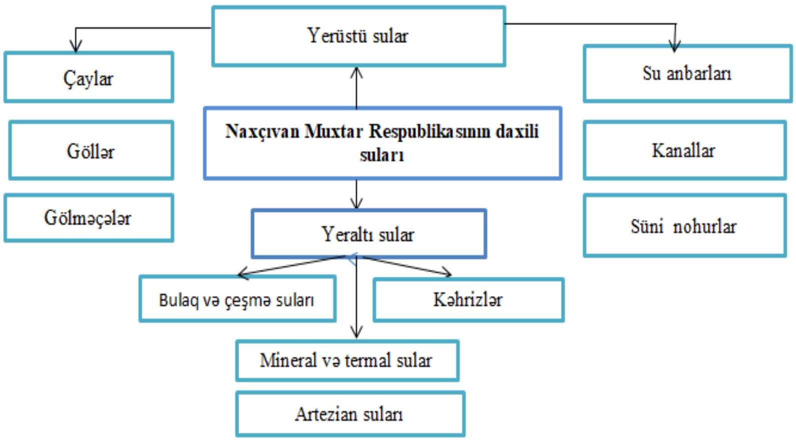
göllərə daxildir. Bu göllər muxtar respublikanın su dövranında fəal iştirak edir. Bəzi hallarda ərazinin gölləri yuvenil (öz-özünə yaranan) sularla zənginləşir. Okean və dənizlərə çıxışları olmasa da, hidrosferdə xüsusi çəkisi və yeri olan göl və sututarlar muxtar respublikanın su balansında böyük əhəmiyyətə malikdirlər.

Təcrübi hissə.

Yerüstü su nümunələrinin seçilməsi 2020-2022-ci illərdə sahə marşrutları zamanı "Hidrogeologiya və mineral sular" laboratoriyasının təşkil etdiyi ekspedisiyaların tərkibində aparılmışdır. Su nümunələrinin orqanoleptik parametrləri və kimyəvi analizi mənbələrdə və laboratoriya şəraitində öyrənilmişdir. Bütün nümunələr üçün minerallaşma dərəcəsi, codluq, maqnezium, kalsium, natrium və kaliumun ümumi miqdarı, hidrokarbonat, xlorid, sulfat və pH göstəriciləri müəyyən edilmişdir (Panomarev, 1983, 120). Göstərilən komponentlərin suda miqdarı mq-ekv/l və mq/l-lə ifadə edilmişdir. Ümumi minerallaşma dərəcəsi 100 ml su nümunəsini ehtiyatla buxarlandırıb, alınan quru kütləni analitik tərəzidə çəkməklə müəyyən edilmişdir (Fritch, 1978: 110).

Nəticələrin müzakirəsi.

Muxtar respublikanın hidroqrafik şəbəkəsi (çaylar, göllər, su anbarları, yeraltı sular, təbii və süni sututarlar və s.) uzun geoloji dövr ərzində formalaşmış və əhəmiyyətli dəyişikliklərə məruz qalmışdır (Həsənov, 2003: 85).



Şəkil 1. Muxtar respublikanın daxili sularının sxemi

Göründüyü kimi, ərazinin daxili sularının formalaşmasında və geomiqrasiya modellərinin qurulmasında yeraltı suların suların su axarları, göllər və su anbarları ilə qarşılıqlı əlaqəsi proseslərinin böyük əhəmiyyəti var (Romanova, 2019: 90-95).

Muxtar respublikada mövcud olan 40-dan artıq irili-xırdalı çayların ümumi uzunluğu 1,8 min kilometrdir. Ərazinin müxtəlif ölçülü hövzələri (9-dan 1630 km^2-ə qədər) olan çayları (Arpaçay istisna olmaqla) eyni axım dövrünə malikdir.

Cədvəl 1.
Muxtar respublikanın iri çaylarının ümumi xarakteristikası

Çayların adı	Uzunluğu, km	Yerləşdiyi ərazinin.sahəsi, km^2	Çayın başlanğıcının dəniz səviyyəsindən hündürlüyü, m	İllik su sərfi, m^3/dəq	Orta meyilliliyi %
Araz çay	1072	102000	2020	262	12,90
Arpa çay	128	2630	3045	25,7	17,4
Naxçıvançay	84	1630	2720	3,5	24,3
Əlincəçay	61	758	2800	2,0	34,2
Gilançay	53	426	2700	3,3	37,9
Düylünçay	30	124	3000	2,7	79,1
Əylisçay	24	58	3100	3,2	96,9

Ванандчай	29	91	3500	3,1	141,2
Ordubadçay	19	54	3275	4,3	155,0
Gənzəçay	15,6	44,6	2700	3,3	133,3
Kotamçay	7,8	22,3	1640	2,6	285,3
Kilitçay	4,8	9,15	2340	2,4	369,4

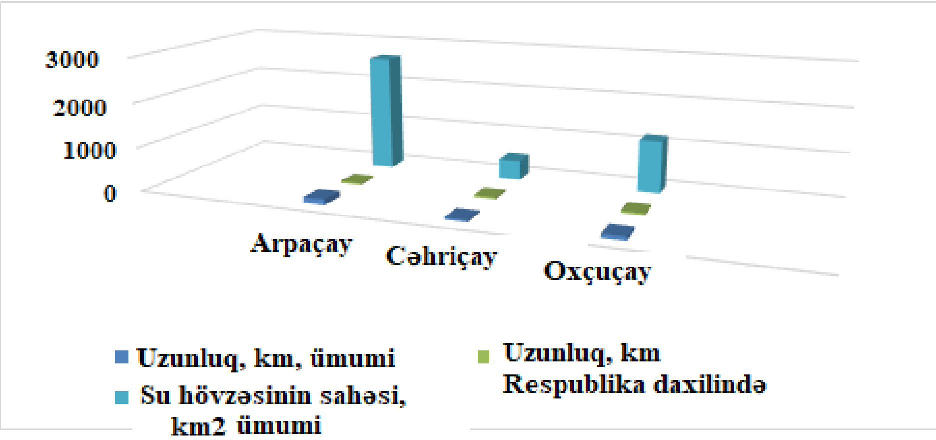
Naxçıvan Muxtar Respublikasında çayların ümumi su sərfi (Araz nəzərə alınmadan) 1 mlrd. 400 mln. kub metrə yaxındır ki, bunun da yarıya qədəri Şərqi Arpaçayın payına duşur. Naxçıvançay və Gilançayın hər birində illik su ehtiyatı 100 mln. kub metrden artıqdır.

Muxtar respublika ərazisində bəzi çaylar qar əriməsi və nadir leysan yağışları zamanı su ilə qidalanır (Cəhriçay, Qalaçaçay, Qahabçay və s.).

Relyefdən asılı olaraq aşağıdakı çaylar dağlıq: Arpaçay, Gilançay, Gənzəçay çay, Düylünçay (dar dərələrdə axaraq, sürətli məcrası və böyük yamacları ilə seçilir), düzənlik: Arazçay, Naxçıvançay və s. (onlar cüzi enişləri, kiçik yamacları və sakit hamar axımı ilə seçilir) (Bababəyli, 2013: 256-260).

Cədvəl 2.
Muxtar respublikanın əsas transsərhəd çaylarının morfometrik və axım xarakteristikası

Çaylar	Uzunluq, km		Su hövzəsinin sahəsi, km^2		Su sərfi, m^3 /dəq		
	Ümumi	Respublika ərazisində	Ümumi	Respublika ərazisində	Orta çoxillik su sərfi	Orta çoxillik minimal su sərfi	
						Qış	Yay-payız
Arpaçay	126	40	2630	570	23,7	7,02	5,89
Cəhriçay	45	40	442	427	1,02	0,55	0,39
Oxçuçay	83	43	1175	455	10,0	2,55	3,13



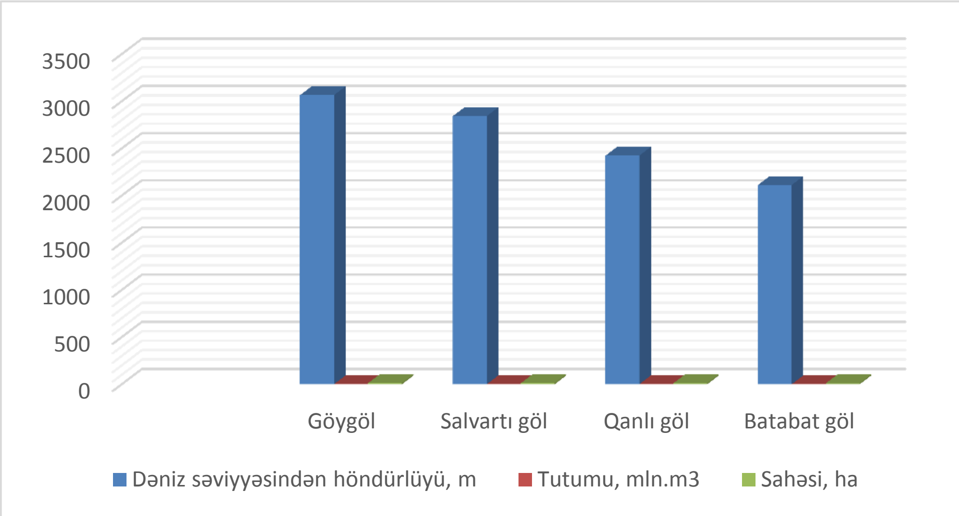
Şəkil 2. Muxtar respublikanın əsas transsərhəd çaylarının marfometrik xarakteristikası

Ölkə əhalisinin içməli su mənbələri sayılan Kür və Araz transsərhəd çaylarında ekoloji vəziyyətin gərginliyi ciddi problemlər yaradan amillərdir. Araz çayı Ermənistan və İran ərazisindən, keçərək Azərbaycana daxil olur. Türkiyə ərazisindən çay təmiz şəraitdə sərhədi keçsə də Ermənistan ərazisində çirklənmələr hədsiz böyükdür (Bayramova, 2021:70).

Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsi müxtəlif mənşəli göllərlə zəngindir. Regionda iyirmiyədək göl mövcuddur, bunların sahəsi və həcmi kiçikdir. Qeydiyyata alınan göllərin əksəriyyətinin sahəsi 10 hektardan azdır. Muxtar respublikada mövcud olan göllərin ümumi xarakteristikası cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.
Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki əsas göllərin ümumi xarakteristikası

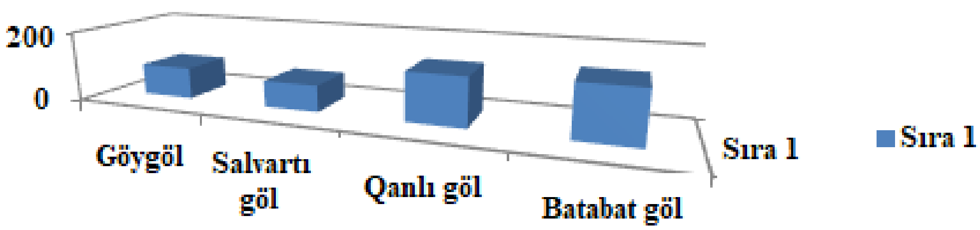
Göllərin adı	Dəniz səviyyəsindən höndürlüyü, m	Tutumu, mln.m^3	Sahəsi, ha	Temperaturu, ^0C	Minerallığı, mq/l və kimyəvi tərkibi
Göygöl	3065	1,0	11,5	16-18,5	90,0; HCO_3^-, Na^+
Salvartı göl	2843	1,0	11,0	18,0	50-95; HCO_3^-, Ca^{2+}
Qanlı göl	2424	1,2	10,2	18,0	136,6 ; HCO_3^-, Na^+, Ca^{2+}
Batabat göl	2113	1,8	10,0	10,5-16	90-146; HCO_3^-, Ca^{2+}



Şəkil 3. Muxtar respublika ərazisindəki əsas göllərin ümumi göstəriciləri

Göllərin su kütləsinin kimyəvi tərkibi təbii və antropogen amillərin təsiri ilə formalaşaraq zamanla çirklənmə və minerallaşmaya doğru dəyişilir (Pashkov, 1977: 109). Göl sularının hidrokimyəvi xassələrinin formalaşmasına fiziki-coğrafi amillər (iqlim, relyef, aşınma, səth suları ilə əlaqə, torpaq örtüyü və s.); geoloji amillər (hidrogeoloji şərait, süxurların litoloji tərkibi və s.); fiziki- kimyəvi amillər (suların tərkibindəki elementlərin xüsusiyyətləri, turşu-qələvi və oksidləşmə şəraiti, kation mübadiləsi və s.); bioloji amillər (bitki və canlı orqanizmlərin müxtəlifliyi, ehtiyatı, kütləsi, fəaliyyəti və s.); antropogen amillər (insan fəaliyyəti ilə əlaqəli təsirlər) təsir göstərir (Tarnovskiy, 1980: 96).

Göllərdən kimyəvi analiz üçün götürülmüş su nümunələrinin təhlili göstərir ki, minerallaşma dərəcəsi 1,0-45 q/m^2 arasında dəyişilir. pH göstəricisi 6,1-8,95, ümumi codluq 20,5-850,0 mq-ekv/dm^3 arasında dəyişilir. Müəyyən edilmişdir ki, göl sularında kationlardan qələvi metallar, kalsium və maqnezium üstünlük təşkil edir. Bu ardıcıllıq aşağıdakı kimi dəyişilir: (Na^++ K^+)< Mg^{2+}< Ca^{2+}, anionlarda isə SO_4^{2-}< Cl^-< HCO_3^-.



Şəkil 4. Göl sularının minerallığı

Göllərin su kütləsində xlorid və sulfat ionlarının miqdarı bir-birinə yaxındır. Anionlardan HCO_3^- ionları, kationlardan isə Ca^{2+} ionları üstünlük təşkil edir (Tarnovskiy, 1980: 100). Buna görə də əksər göllərin suları az minerallı olmaqla hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Mineral maddələrin ümumi miqdarı ilin fəsillərindən asılı olaraq 49-93 mq/l arasındı dəyişilir.

Muxtar respublikada xeyli sayda süni göllər mövcuddur. Bu göllər məqsədyönlü surətdə yaradılmış, müxtəlif təyinatlı sututarlar, gölcük, nohur və su anbarlarıdır. Son illər muxtar respublika ərazisində bir neçə su anbarı (Arpaçay, Uzunoba, Nehrəm, Heydər dəryaçası, Qahab, Sirab, Bənəniyar, Xok və s.) yaradılmışdır (Əsgərov, 2004: 303). Araz su qovşağı su anbarının bir hissəsi muxtar respublikanın ərazisində yerləşir.

Bu hidrotexniki komplekslər çayların axımını həm mövsümi, həm də qismən çoxillik tənzimləyir, ərazi üçün xarakterik olan daşqınların təhlükəsini azaldır (Xəlilov, 2006: 119). Naxçıvan Muxtar Respublikasında mövcud olan əsas sututarların ümumi göstəriciləri cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4.
Naxçıvan Muxtar Respublikasında sututarların ümumi xarakteristikası

Sututarlar	Dəniz səviyyəsindən hündürlüyü (m)	Tutumu (mln·m³)	Faydalılıq sahəsi min·ha
Araz	777	1254	22,0
Arpaçay	959	150	40,0
Heydər dəryaçası	1147	100	56,0
Bənəniyar	1200	15,0	6,0
Uzunoba	1000	9,0	1,0
Sirab	1077	9,0	4,0
Nehrəm (I, II)	900	6,0	3,9
Xok	800	3,0	3,5
Batabat (I, II, III)	1100	3,0	3,0
Qahab	1043	2,0	1,0
Qıvraq	921	1,0	1,0

İllik axımın yüksək olduğu dövrlərdə çay sularını toplamaq üçün bir neçə su anbarı tikilib istifadəyə verilmişdir. Bunlardan su tutumu 9 mln m^3 olan Uzunoba, 6 mln m^3 olan Nehrəm, 12,7 mln m^3 olan Sirab, 15 mln m^3 olan Bənəniyar, 135 mln m^3 olan Arpaçay və tutumu 100 mln m^3 olan Vayxır su anbarlarını göstərmək olar. Bu istiqamətdə işlər davam etdirilməli və kiçik su anbarlarının şəbəkəsi genişləndirilməlidir.

Nəticə

Muxtar respublika iqtisadiyyatının, o cümlədən kənd təsərrüfatının inkişafı, əkin sahələrinin, suvarma və içməli su təchizatı şəbəkələrinin genişləndirilməsi nəticəsində suya tələbatın artması respublikanın və onun ayrılmaz tərkib hissəsi olan Naxçıvan Muxtar Respublikasının su təhlükəsizliyinin təmin edilməsi istiqamətində kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsini şərtləndirir. Tədqiqatın nəticələri su ehtiyatlarına antropogen təzyiqin azaldılması və sudan istifadənin səmərəliliyinin artırılması, su itkilərinin minimuma endirilməsi, sənayedə, aqrar-sənaye kompleksində və mənzil təsərrüfatında xüsusi su sərfiyyatının azaldılmasının mümkün yollarının tapılması kimi mühüm milli iqtisadi problemin həllinə yönəlmişdir.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının iqlim, torpaq, relyef, hidrogeoloji xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq çayların və su anbarlarının mühafizəsi, onlardan səmərəli istifadə edilməsi üçün bir sıra təxirəsalınmaz təbiəti mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi zərurətini ortaya çıxarır. Muxtar respublika ərazisinin suya olan tələbatını ödəmək, orada məhsul bolluğu yaratmaq üçün ilk növbədə bol su ehtiyatı yaratmaq və bunun üçün mövcud təbii və süni gölləri mühafizə etmək, ehtiyac və imkan olan yerlərdə yenilərini yaratmaq lazımdır. Su anbarlarının yaradılması su ehtiyatı və

enerjisindən səmərəli istifadə və irriqasiya məqsədləri üçün görülən əsas tədbirlərdəndir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, su anbarlarının tikilməsi ilə əlaqədar olaraq yeraltı suların səviyyəsi qalxır, nəticədə torpaqların şorlaşması güclənir. Bütün bu mənfiliklərin qarşısını almaq üçün kompleks hidrotexniki tədbirlər görülməlilir. Bununla da regionun qiymətli su ehtiyatlarından, o cümlədən çay, göl, su anbarları və yeraltı sularından səmərəli istifadə etməklə muxtar respublikanın su təchizatını, təsərrüfat fəaliyyətini canlandırmaq və hidrosistemin mühafizəsini təmin etmək mümkündür

Ədəbiyyat

1. Abbasov, Ə., Məmmədova, F., Heydərova, F. (2015). Təbii suların geokimyası və Naxçıvan Muxtar Respublikasında yayılma xüsusiyyətləri. Naxçıvan: Əcəmi, 286 s.
2. Urazmetov, İ.A. (2007). Gidrologiya rek. Kazan, 97 s.
3. Bağırov, F.A. (2008). Naxçıvanın təbii sərvətləri. Naxçıvan: AzTU, 198 s.
4. Əsgərov, C. (2004). “Vayxır” su anbarı. Naxçıvanın tarixi , maddi və mənəvi mədəniyyətinin, təbii sərvətlərinin öyrənilməsi. Bakı: Elm, s.309-313.
5. Ponomareva, V.D., İvanov, L.İ. (1983). Praktikum po analiticheskoy khimyy. M.: Visshaya Shkola, 271 s.
6. Fritch, C., Shelk, Q. (1978). Kolichestvennıy analiz. M.: Mir, 557 s.
7. Həsənov, Ə.M. (2003). Naxçıvanın təbii sərvətləri və onlardan istifadə yolları. Bakı, 138 s.
8. Romanova, T.I., Samarin, V.A. (2019). Osobennosti zimicheskogo sostava poverxnostnikh i donnikh otlojeniy rek i ozer Khmao-Yugri. Mejdunarodniy nauchno-issledovatelskiy jurnal, № 12, s.90-95.
9. Bababəyli, N., İkiel, C., Süleymanova, G. (2013). Gənzəçay çay hövzəsinin ekocoğrafi şəraiti. AMEA NB Xəbərləri, Tusi, № 4, s.256-260.
10. Bayramova, B.Z. (2021). Davamlı ekoloji tarazlığın təmin edilməsinin iqtisadi zəruriliyi. ADAU-nun Elmi Əsərləri, № 2. s.68-71.
11. Pashkov, N.N., Dolgachev, F.M. (1977). Gidravlika. Osnovi gidrologyy. M.: Energiya, 351 s.
12. Tarnovskiy, A.A. (1980). Geokhimiya donnikh otlojeniy sovremennikh ozer. L.: Leningr. un-ta, 172 s.
13. Xəlilov, Ş.B. (2006). Azərbaycanın ekocoğrafi problemləri. Bakı, s.115-121

Göndərilib: 03.05.2023 Qəbul edilib: 02.07.2023

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/32-36

Bəhrüyyə Bağırova
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu
aqrar elmlər üzrə fəlsəfə doktoru
bahruyya.bagirova@gmail.com

GƏNCƏ-QAZAX BÖLGƏSİNDƏ GÜBRƏLƏRİN MÜXTƏLİF NORMA VƏ NİSBƏTLƏRİNİN KARTOF BİTKİSİNDƏ QİDA MADDƏLƏRİNİN TOPLANMA DİNAMİKASINA TƏSİRİ

Xülasə

Tədqiqat Gəncə-Qazax bölgəsinin Samux rayonunun suvarılan açıq boz qəhvəyi (açıq şabalıdı) torpaqlarında kartof bitkisinin "Arinda" sortu ilə 4 təkrarda 10 variantda aparılmışdır. Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, gübrələrin müxtəlif norma və nisbətləri kartof bitkisinin inkişaf mərhələləri üzrə yerüstü kütləsində və kartof yumrularında ümumi azot, fosfor və kaliumun miqdarını artırmaqla maddələr mübadiləsini fəallaşdırmışdır. Sınaqdan keçirilən variantlar içərisində bütün inkişaf mərhələlərində qida maddələrinin maksimum miqdarı $N_{90}P_{90}K_{120}$+Mn_5+B_5 verildikdə toplanmışdır.

Açar sözlər: *açıq boz qəhvəyi (açıq şabalıdı) torpaqlar, kartof bitkisi, toplanma dinamikası, azot, fosfor, kalium*

Bahruyya Baghirova
Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Institute of Soil Science and agrochemistry
PhD in Agrarian Sciences
bahruyya.bagirova@gmail.com

Influence of different rate and proportions of fertilizers on the dynamics of nutrient accumulation in potato plants in the Ganja-Gazakh region

Abstract

The research was conducted in irrigated light grey brown (light chestnut) soils of Samukh district of Ganja-Gazakh region with potato variety "Arinda" in 4 replications and 10 variants. During the research, it was determined that different norms and proportions of fertilizers activated the metabolism by increasing the amount of total nitrogen, phosphorus and potassium in the ground mass of the potato plant and in the potato tubers. Among the variants tested, the maximum amounts of nutrients were collected at all stages of growth when N90P90K120 + Mn5 + B5 were given.

Keywords: *light grey brown (light chestnut) soils, potato plant, accumulation dynamics, nitrogen, phosphorus, potassium*

Giriş

Azərbaycanda becərilən ən mühüm bitkilərdən biri də kartofdur. Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin məlumatına görə Azərbaycan fermerlərinin 70%-i kartof becərir. Əsas istehsal əraziləri Gəncə, Tovuz, Gədəbəy, Qusar və Cəlilabaddır. Məhsuldarlıq Azərbaycanda beynəlxalq səviyyə ilə müqayisədə aşağı olaraq qalır – 13 t/ha. Hollandiyada və Almaniyada orta məhsuldarlıq 40 t/ha-dır.

Kartof dünya miqyasında geniş yayılmış və insanın qidası baxımından çox böyük əhəmiyyətə malik kənd təsərrüfatı bitkisidir. Tərkibindəki qida maddələrinə və dad keyfiyyətinə görə kartof ikinci çörək adlandırılır. Kartof həm qiymətli qida məhsulu, həm də heyvandarlıqda yem kimi və müxtəlif texniki məqsədlər üçün istifadə olunur. Kartofun tərkibində çoxlu karbohidratlar (nişasta), şəkərlər, mineral duzlar və vitaminlər toplanır.

Xalq təbabətdə kartof şirəsindən vərəmə qarşı və tənəffüs orqanlarının digər xəstəliklərinə qarşı geniş istifadə olunur. Eyni zamanda kartof şirəsi mədə yarasının və onikibarmaq bağırsağın müalicəsində də işlədilir. Bundan əlavə təzə kartofun şirəsi hipertoniya xəstəliyinə tutulanlara kömək göstərir.

Lakin bu qədər əhəmiyyətli olan kartof bitkisini respublikamızda istehsalı əhalinin tələbatını ödəmir. Buna görə də respublikaya hər il kənardan çoxlu miqdarda kartof gətirilir. Kartof yumrularının tərkibində 70-75% su olduğu üçün isti hava şəraitində daşınarkən (20-25 gün) məhsulun 30-35%-i çürüyüb xarab olur. Bundan başqa respublikaya gətirilən kartofla bərabər xəstəlik və ziyanvericilər də yayılır. Nəhayət kartofun gətirilməsi çoxlu vəsait və əmək tələb edir.

Kartofun nəmliyə tələbatı yüksəkdir, lakin vegetasiyanın ilk fazalarında nəmlik az tələb olunur. Gövdələrin intensiv inkişafı və yumruların böyüməsi dövründə suya tələbat artır. Kartof üçün optimal nəmlik torpağın nəmlik tutumunun 75%-i hesab olunur. Nəmliyin bundan artıq olması məhsuldarlığa və yumruların keyfiyyətinə pis təsir göstərir. Torpaqda nəmliyi saxlamaq üçün aran rayonlarında suvarma tətbiq olunur.

Kartof bitkisi mexaniki tərkibcə yüngül və havanı yaxşı keçirən torpaqlarda daha yaxşı inkişaf edir. Məhz buna görə də, kartof əkilən sahələrin cərgəaralarında torpaq tez-tez yumşaldılmalıdır. Gillicə torpaqlarda əkildikdə də kartof yüksək məhsul verir (Əmirov, 1987: 96; Yusifov, 2011: 368).

Kartofdan yüksək və sabit məhsul alınması üçün keyfiyyətli toxum materialı seçilməli, kartofun bioloji xüsusiyyətləri, torpaq-iqlim şəraiti mütləq öyrənilməli, aqrotexniki tədbirlərin vaxtında və keyfiyyətli aparılması lazımdır (Abdullayev, 2004: 40; Məmmədov, Məmmədzadə, 2004: 284).

Respublikamızda aparılan təcrübələrdən alınan nəticələrin və tövsiyyələrin təsərrüfatlara tətbiqi göstərir ki, Azərbaycanın müxtəlif zonalarında yüksək kartof məhsulu yetişdirmək və əhalinin kartofa olan tələbatını il boyu təmin etmək mümkündür. Bütün bunları nəzərə alaraq Gəncə-Qazax bölgəsində kartof bitkisi altında torpaq minbitliyi və ekoloji tarazlıq nəzərə alınmaqla, qida maddələri balansının hesablamaları əsasında gübrələmə sisiteminin işlənib hazırlanmasını qarşımıza məqsəd qoyduq.

Tədqiqatın obyekti və metodikası. Tədqiqat Gəncə-Qazax bölgəsinin Samux rayonunun suvarılan açıq boz qəhvəyi (açıq şabalıdı) torpaqlarında kartof bitkisinin "Arinda" sortu ilə 4 təkrarda 10 variantda aparılmışdır.

Tədqiqat zamanı gübrələrin kartof bitkisinin inkişaf mərhələləri üzrə yerüstü kütləsində və kartof yumrularında qida maddələrinin miqdarına təsirini öyrənmək məqsədi ilə variantlar üzrə nümunələr götürülmüş və təhlillər aparılmışdır.

Çöl təcrübələri aşağıdakı variantlar üzrə aparılmışdır:

1. Nəzarət (gübrəsiz)
2. N60P60K60
3. N60P60K90
4. N60P60K120
5. N90P90K60
6. N90P90K90
7. N90P90K120 – fon
8. Fon + $Mn_{1,5}$ +$B_{1,5}$
9. Fon + Mn_3 +B_3
10. Fon + Mn_5 +B_5

Təcrübədə mineral gübrələrdən, azotun ammonium şorası (tərkibində təsiredici maddə 34%-dir) fosforun sadə superfosfat (tərkibində təsiredici maddə 18%-dir), kaliumun 46%-li kalium-sulfat birləşmələrindən, manqanın manqan-sulfat (20%-li), borun borat turşusu (17,5%-li) formalarından istifadə edilmişdir. Gübrələr (NPK) illik normanı 3 yerə bölməklə 3 müddətdə verilmişdir. Mikrogübrələrin (Mn, B) isə tam illik norması makrogübrələr ilə diqqətlə qarışdırılaraq, 2 yerə bölünməklə, səpinqabağı mala altına və çıxış vaxtı cərgəaralarına torpağın 10-12 sm dərinliyinə

verilmişdir. Götürülmüş torpaq və kök nümunələrində NPK (K.E.Ginzburq, Q.M.Şeqlova və E.V. Vulfius üsulu ilə) təyin edilmişdir.

Əkinlərə qulluq və aqrotexniki tədbirlər (gübrələrin verilməsindən başqa) kartof bitkisi üçün qəbul olunmuş aqrotexniki qaydalara uyğun olaraq aparılmışdır.

Təhlil və müzakirə. Böyümə və inkişaf bitki orqanizminin həyatında ən mühüm hadisələrdəndir. Bitkinin keyfiyyətli inkişafı yüksək məhsuldarlığı təmin edir. Bitkinin normal inkişafı xarici amillərdən, xüsusən də mineral qidalanma şəraitindən asılıdır. Mineral qidalanmanın müəyyən istiqamətdə dəyişməsi bitkilərdə maddələr mübadiləsini dəyişir. Bitkilərin böyüməsi və inkişafı üçün şərait nə qədər əlverişli olarsa, məhsuldarlıq bir o qədər çox olur və bununla da torpağın tipindən, münbitliyindən və s.asılı olaraq azotun torpaqdan çıxarılması baş verir.

Bitkilərin üzvi maddələr yaratmasında azot, fosfor və kaliumun böyük əhəmiyyəti vardır. Bitkilərin normal inkişafı və daha yüksək məhsuldarlıq əldə etmək üçün bu üç elementin hamısı zəruridir və onlar bir-biri ilə bağlıdır. Məsələn, bir sıra mühüm fizioloji funksiyaları yerinə yetirən fosfor və kalium bitkilər tərəfindən azotun, fosforun və kaliumun mənimsənilməsində çox mühüm rol oynayır, nəinki bitkilər tərəfindən azotun istifadəsində fəal iştirak edir, həmçinin bitkilərdə azotlu üzvi maddələrin çevrilməsinə təsir göstərir (Turchin, 1936).

Vegetasiya dövrü ərzində böyümə və inkişafın müxtəlif mərhələlərində bitkilər ekoloji şəraitə, o cümlədən qida maddələrinə eyni tələbat göstərmirlər. Vegetasiya dövründə bitkilər tərəfindən azot, fosfor və kaliumun udulması qeyri-bərabər baş verir. Böyümənin ilkin dövründə bitkilər nisbətən az miqdarda qida istifadə edirlər.

Çoxsaylı müəlliflər (Bondarenko, 1963: 18; Shestakov, Pleshkov, 1954:18) öz tədqiqatları ilə sübut etmişlər ki, kartofda qida maddələrinin toplanma intensivliyi torpağın tipi, iqlim və aqrotexniki şərait, becərilən növün bioloji xüsusiyyətləri və gübrələrin dozaları ilə müəyyənləşdirilir.

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin, o cümlədən kartofun mineral qidalanması cücərmə ilə başlayır və vegetasiya dövrünün sonuna qədər davam edir, lakin bitkinin müxtəlif inkişaf mərhələlərində eyni olmur. Qida maddələrinə tələbat çiçəkləmənin sonunda, yerüstü hissə (gövdə və yarpaqlar) böyük kütlə əmələ gətirdikdə və kök yumruları sürətlə böyüməyə başlayanda xüsusilə yüksək olur (Kukh, 1976).

Vegetativ orqanların - gövdə və yarpaqların ən intensiv böyüməsi dövründə tələbat kəskin şəkildə artır. Kök yumrularının formalaşması dövründə vegetativ kütlənin böyüməsi başa çatır və qida maddələrinə tələbat azalır. Normal böyümə və inkişaf, eləcə də kök yumrularının əmələ gəlməsi üçün kartof digər tarla bitkiləri ilə müqayisədə çox miqdarda qida maddəsinə ehtiyac duyur. Orta hesabla hər 100 sent. kartofdan (yerüstü kütlə və kök yumruları ilə birlikdə) təxminən 50 kq azot, 20 kq fosfor və 90 kq kalium çıxarılır (Karmanov, 1978: 206; Spravochnik, 1987: 351).

Məlumdur ki, kartof çiçəkləmə və kök yumrularının əmələ gəlməsi dövründə qida maddələrinə daha çox tələbat göstərir (Peterburgski, 1967: 453).

Kartofun böyüməsinin ilkin dövründə qida maddələrinin çatışmazlığı səbəbindən normal maddələr mübadiləsi pozulur, bu da vegetasiya dövrünün sonunda bitkilərin zəifləməsinə səbəb olur, nəticədə kartof məhsuldarlığı nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır. Müəllif onu da qeyd edir ki, yerüstü kütlənin formalaşması zamanı kartof daha çox miqdarda qida maddəsi tələb edir. (Pryanishnikov, 1965: 448). Müəyyən edilmişdir ki, cücərmə dövründə kartof kaliumdan bir qədər çox azot sərf edir. (Tamman, 1953).

Əgər qönçələmədən əvvəl kaliumla qidalanma səviyyəsi kifayətdirsə, onda onun sonrakı azalması kartofun məhsuldarlığına ciddi təsir göstərmir. Bunun səbəbi, yerüstü kütlənin qocalması zamanı tərkibindəki kaliumun kök yumrularına doğru hərəkət etməsi və onları bu qida ilə təmin etməsidir. Fosfor isə həm cücərmədən əvvəl, həm də bütün vegetasiya dövrü kartof tərəfindən sərf olunur. Ən yüksək kalium tərkibi cavan bitki orqanlarında qeyd edilmişdir.

Qida maddələri bütün vegetasiya dövründə kartof tərəfindən mənimsənilir. İnkişafın ilkin mərhələsində bitkiləri kifayət qədər azot, fosfor və kalium ilə təmin etmək çox vacibdir. Torpaqda bu qida maddələrinin çatışmazlığı torpağa mineral gübrələrin verilməsi və bununla da bitkilərin normal böyüməsi və inkişafı üçün şərait yaratmaqla müvazinətləşdirilə bilər.

Tədqiqatlar bitki inkişafının əsas dövrlərində yəni cücərmə, qönçələmə, çiçəkləmə və yetişmə mərhələsində aparılmışdır. Bu tədqiqatların məqsədi kartofun inkişafının müxtəlif mərhələlərində mineral gübrələrin dozalarından və nisbətlərindən asılı olaraq qida maddələrinin tərkibindəki dəyişiklikləri öyrənmək olmuşdur. Qida maddələrinin nümunələrdə toplanmasının müəyyən edilməsi kartof üçün mineral gübrələrin dozasını və vaxtını tənzimləməyə imkan verir. Bitkilərin qidalanmasının bu cür tənzimlənməsi bitkilərin normal böyüməsinə və inkişafına, yüksək və sabit məhsulun alınmasına kömək edir (Moskva, 1987: 351).

Cədvəl 1-də verilən məlumatlardan görünür ki, cücərmə mərhələsində bitkinin yerüstü hissələrində (gövdə və yarpaqlarda) gübrəsiz nəzarət variantında azot, fosfor və kalium müvafiq olaraq 1,78%, 0,49% və 2,40% olmuşdur. Bitkinin inkişaf mərhələləri üzrə vegetasiya dövrünün sonuna qədər bu elementlərin miqdarının azalması müşahidə olunmuşdur. Kök yumrularının yetişmə mərhələsində gübrəsiz nəzarət variantında azot, fosfor və kaliumun miqdarı müvafiq olaraq N -1.17; P_2O_5 - 0,12% və K_2O - 1,54% olmuşdur. Azotun, fosforun və kaliumun toplanması qönçələmə mərhələsində gübrəsiz nəzarət variantında N - 1,98%, P_2O_5 - 0,54%, K_2O - 2,68% maksimuma çatır. Bu hal onunla izah olunur ki, qönçələmə mərhələsində, yəni bitkinin generativ orqanlarının formalaşmasının ilkin mərhələsində qida maddələri daha intensiv sərf edilir.

Mineral gübrələri tətbiq edərkən, ən yüksək göstəricilər $N_{90} P_{90} K_{120}$+Mn_5+B_5 tətbiq olunan variantda olmuşdur. Bu variantda yerüstü hissələrdə azot, fosfor və kaliumun miqdarı maksimuma çatmış və müvafiq olaraq cücərmə mərhələsində N - 2.79, P_2O_5 - 0,65, K_2O - 3,54%, qönçələmə mərhələsində N – 2.99, P_2O_5 - 0,72 və K_2O- 3.98%, çiçəkləmə mərhələsində - 2,39, P_2O_5 - 0.47 və K_2O - 3,40% və yetişmə mərhələsində N - 1,99, P_2O_5 - 0,26 və K_2O - 2,53% təşkil etmişdir.

Vegetasiya dövrünün çiçəkləmə və yetişmə mərhələlərində gübrəsiz variantda yerüstü hissələrdə azot, fosfor, kaliumun miqdarı azalır. Bu vəziyyət kök yumrularının formalaşma prosesi ilə bağlıdır. Bu dövrdə bitkilər tərəfindən qida maddələrinin sərf olunmnası nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır, belə ki, kök yumrularının əmələ gəlməsi ilə bitki əsasən inkişaf dövrünü tamamlayır və bitkiyə daxil olan mineral elementlər əsasən kök yumrularının böyüməsinə sərf olunur. Biz kartof bitkisinin kök yumrularının tərkibindəki qida maddələrinin miqdarını da öyrəndik. Bu məlumatlar Cədvəl 2-də təsvir edilmişdir və buradan görmək olar ki, mineral gübrələr verildikdə kök yumrularında azot, fosfor və kaliumun miqdarı gübrəsiz nəzarətlə müqayisədə artır. Gübrəsiz nəzarət variantında azot, fosfor və kaliumun miqdarı : N - 0,29, P_2O_5 - 0,21 və K_2O – 0,73% olmuşdursa, onda $N_{90} P_{90} K_{120}$+Mn_5+B_5 tətbiq olunan variantda bu elementlərin miqdarı müvafiq olaraq aşağıdakı göstəricilərlə ifadə edilmişdir: 0,58, 0,34 və 1,24%. Bu məlumatlar onu deməyə əsas verir ki, mineral gübrələr müxtəlif dozalarda və nisbətlərdə verildikdə, gübrəsiz nəzarətlə müqayisədə kartof bitkisinin kök yumrularında qida maddələrinin miqdarı artır.

Cədvəl 1.
Açıq boz qəhvəyi (açıq şabalıdı) torpaqlarda kartof bitkisinin yerüstü kütləsində qida maddələrinin toplanma dinamikasına gübrələrin təsiri, %-lə

Təcrübə variantları	Cücərmə			Qönçələmə			Çiçəkləmə			Yetişmə		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Nəzarət (gübrəsiz)	1.78	0.49	2.40	1.98	0,54	2.68	1.42	0.26	2.51	1.17	0.12	1.54
$N_{60} P_{60} K_{60}$	1.93	0,52	2.52	2.18	0,57	2.80	1.62	0.32	2.71	1.38	0.14	1.92
$N_{60} P_{60} K_{90}$	1.96	0.53	2.70	2.16	0,58	2.90	1.56	0,35	2.76	1.36	0.16	1.68
$N_{60} P_{60} K_{120}$	2.10	0,56	2.99	2.24	0,61	3.25	1.79	0.36	2.96	1.50	0.18	1.93
$N_{90} P_{90} K_{60}$	2.19	0,58	2.54	2.39	0,63	2.96	1.90	0,38	2.70	1.64	0.20	1.98
$N_{90} P_{90} K_{90}$	2.32	0,60	2.82	2.52	0.65	3.54	2.06	0.37	2.97	1.78	0.22	2.18
$N_{90} P_{90} K_{120}$- fon	2.48	0.59	3.18	2.64	0,67	3.62	2.10	0.39	3.15	1.73	0.24	2.42
Fon+ $Mn_{1,5}$ +$B_{1,5}$	2.59	0.61	3.25	2.79	0,69	3.54	2.25	0,41	3.20	1.92	0.23	2.47

Fon + Mn_3 +B_3	2.66	0.63	3.40	2.92	0,68	3.83	2.32	0.43	3.35	1.86	0.24	2.51
Fon + Mn_5 +B_5	2.79	0,65	3.54	2.99	0,72	3.98	2.39	0.47	3.40	1.99	0,26	2.53

Cədvəl 2.
Açıq boz qəhvəyi (açıq şabalıdı) torpaqlarda kartof bitkisinin kök yumrularında qida maddələrinin toplanma dinamikasına gübrələrin təsiri, %-lə

Təcrübə variantları	**N**	**P_2O_5**	**K_2O**
Нязарят (эцбярясиз)	0,29	0.21	0,73
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0.34	0.23	0,88
$N_{60}P_{60}K_{90}$	0,36	0,25	0,95
$N_{60}P_{60}K_{120}$	0.38	0.26	1.07
$N_{90}P_{90}K_{60}$	0,42	0.28	0.90
$N_{90}P_{90}K_{90}$	0. 43	0.27	0.99
$N_{90}P_{90}K_{120}$- fon	0.45	0.29	1.10
Fon+ $Mn_{1,5}$ +$B_{1,5}$	0.50	0,31	1.14
Fon + Mn_3 +B_3	0.54	0.33	1.18
Fon + Mn_5 +B_5	0.58	0,34	1.24

Nəticə

Gübrələrin müxtəlif norma və nisbətləri kartof bitkisinin inkişaf mərhələləri üzrə yerüstü kütləsində və kök yumrularında ümumi azot, fosfor və kaliumun miqdarını artırmaqla maddələr mübadiləsini fəallaşdırır. Sınaqdan keçirilən variantlar içərisində bütün inkişaf mərhələlərində qida maddələrinin maksimum miqdarı $N_{90}P_{90}K_{120}$ + Mn_5 +B_5 verildikdə toplanmışdır.

Ədəbiyyat

1. Əmirov, Z.S. (1987). Kartof məhsulunun artırılması yolları. Bakı: Azərnəşr, 96 s.
2. Yusifov, M.A. (2011). Bitkiçilik. Dərslik. Bakı: Qanun Nəşiriyyatı, 368 s.
3. Abdullayev, V.T. (2004). Azərbaycanda kartofdan yüksək məhsul almağın səmərəli texnologiyası. Bakı, 40 s.
4. Məmmədov, F.N., Mammədzadə, B.T. (2004). Respublikada tərəvəz, bostan və kartofçuluğunun elmi əsaslarla inkişaf yolları. Tərəvəzçiliyin elmi əsaslarla inkişaf etdirilməsi (Azərbaycan ET Tərəvəzçilik İnstitutunun elmi əsərlərinin məcmuəsi). Bakı: Qanun, 284 s.
5. Turchin, F.V. (1936). O prirode deystviya udobreniy. M.: Selkhozizdat.
6. Bondarenko, G.L. (1963). Vliyanie usloviya pitaniya azota, fosfora i kaliya na obmen veshestv i produktivnost rasteniy kartofelya: Avtoref. kand.dis. Kharkov, 18 s.
7. Shestakov, A.G, Pleshkov, E.P. (1954). O vliyanie azota, fosfora i kaliya na obmen veshestv i urojay kartofelya v usloviyakh dlitelnogo primeneniya udobreniy. Sb. nauchn.tr. TSXA po aqrokhimyy. t. 18.
8. Kukh, I.A. (1976). Vliyanie udobreniy na soderjanie elementov pitaniya v rasteniyakh i produktivnost kartofelya. Aqrokhimiya. № 3.
9. Karmanov, S.N. (1978). Spravochnik kartofelevoda. M.: izd. Rosselkhozizdat, s.4-206.
10. Peterburgski, A.V. (1967). Aqrokhimiya, 453 s.
11. Pryanishnikov, D.N. (1965). Azot v jizni rasteniy i v zemledelii SSSR. Izbr. Soch. M.. Kolos,T. 3. 448 s.
12. Tamman, A.I. (1953). Udobrenie kartofelya. M.: Gosselkhozgiz.
13. Moskva, V.O. (1987). Spravochnik kartofelevoda. «Agropromizdat», 351 s.

Göndərilib: 01.05.2023 Qəbul edilib: 05.07.2023

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/37-43

Mahnur Jafarly
Ministry of Science and education of the Republic of Azerbaijan
Nakhichevan State University
Doctor of Philosophy in Chemistry
mahnurceferli@ndu.edu.az
UOT 543.54:544.72

EQUILIBRIUM, KINETICS AND THERMODYNAMICS OF SORPTION OF Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} AND Pb^{2+} IONS BY DOWEX MAC-3.

Abstract

In this study, equilibrium conditions and kinetics of sorption of Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+} ions with Dowex MAC-3 (carboxyl group, H^+) cationite were studied, thermodynamic quantities were calculated based on kinetic parameters. It was noted that the kinetics of the processes at the selected concentrations are under internal diffusion control. Sorption isotherms were established, Langmuir and Freundlich models were proposed. In all cases, the selectivity is governed by the enthalpy factor with heat release and entropy reduction. The variation of parameters such as activation energy of sorption, free energy, activation entropy and diffusion coefficients varies due to various factors. In the calculation of thermodynamic parameters, the ideality of the ionic phase was determined, in other words, the activity coefficients of the sorbed ions in the ionic phase were not taken into account.

Keywords: *ionite, ion exchange,* Zn^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+} *and* Pb^{2+} *ions, sorption isotherms, Langmuir and Freundlich models, kinetic and thermodynamic parameters*

Mahnur Cəfərli
Azərbaycan Respublikasi Elm və Təhsil Nazirliyi
Naxçıvan Dövlət Universiteti
kimya üzrə fəlsəfə doktoru
mahnurceferli@ndu.edu.az
UOT 543.54:544.72

Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} VE Pb^{2+} ionlarının DOWEX MAC-3 kationiti ilə sorbsiyanın tarazlığı, kinetikası və termodinamikası

Xülasə

Bu araşdırmada Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} və Pb^{2+} ionlarının zəif turşu xassəli H^+ formalı Dowex MAC-3 (karboksil funksional qruplu) kationiti ilə sorbsiyasının tarazlıq şəraiti, kinetikası öyrənilmiş, kinetik parametrlər əsasında termodinamik kəmiyyətləri hesablanmmışdır. Seçilən konsentrasiyalarda proseslərin kinetikası daxili diffuziyanın nəzarəti altında olması qeyd edilmişdir. Sorbsiya izotermləri qurulmuş, Lenqmyür və Freyndlix modelləri təklif olunmuşdur. Bütün hallarda seçicilik istilik ayrılması və entropiyanın azalması ilə entalpiya amili tərəfindən idarə olunur. Sorbsiyanın aktivləşmə enerjisi, sərbəst enerji, aktivləşmə entropiyası və diffuziya əmsalları kimi parametrlərin dəyişməsi müxtəlif amillərə görə dəyişir. Termodinamik parametrlərin hesablanmasında ionit fazasının ideallığı müəyyən edilmiş, başqa sözlə, sorbsiya olunmuş ionların ionit fazasında fəallıq əmsalları nəzərə alınmamışdır.

Açar sözlər: *ionit, iondəyişmə,* Zn^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+} *və* Pb^{2+} *ionları, sorbsiya izotermləri, Lenqmyür və Freyndlix modelləri, kinetik və termodinamik parametrlər*

Introduction

Environmental pollution with toxic metals occurs globally through military, industrial, and agricultural processes and waste disposal **(**Duffus, 2002: 793-807**)**. Metals that are released or transported into the environment can undergo transformation and affect the environment, public health, and the economy. Among the methods used for the removal of heavy metals in high concentrations, sediment-filtration, ion exchange, etc. should be considered.

The purpose of the presented research is to propose a cationite that meets the technological requirements by studying the sorption of Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+} ions to Dowex MAC-3 cationiti and to calculate the parameters characterizing the processes (Abbasov, Jafarli, Heydarova, Memmedova, 2017: 42-47; Jafarli, Abbasov, 2017: 449-462; Pehlivan Erol, Altun Turkan, 2006: 149-156).

Experimental part. Sorption of studied ions from aqueous solutions with a concentration of 0.5-5.0 $gMe \cdot L^{-1}$ with H^+-form cationite was carried out under static conditions, at room temperature, in the pH range of 5-6. The ratio between the mass of the sorbent and the volume of the solution was 1:100. The limiting sorption capacity of the cationite for the studied ions was determined by the method of saturation of the samples in H^+ form in solutions of varying concentrations. The acidity of the initial and equilibrium solutions was measured with a pH meter Acvilon pH-meter-pH 410.

Residual concentrations of studied ions in solution and after sorption were determined by complexonometric method using pyridyl-azo-naphthol-PAN (Cu^{2+}), eriochrome black T (Zn^{2+} and Cd^{2+}) and xylenol orange (Pb^{2+}) **(**Shvartsenbakh, Flashka, 1970: 562**)**. Residual amounts of studied ions in equilibrium solutions were determined in a Thermo Scientific iCE 3500 atomic absorption spectrometer. The amount of absorbed Zn(II), Cu(II), Cd(II) and Pb(II) ions was calculated from the equation A (mg/g):

$$A = (C_0 - C_t)V / m \quad (1).$$

The kinetics of the processes was studied by the "limited volume" method with solutions with an initial concentration of 1.0 $gMe \cdot L^{-1}$, the values of the effective diffusion coefficients were calculated from the equation proposed by G. Boyd and colleagues (Boyd, Adamson, Myers, 1947).

$$F = Qt \big/ Q\infty = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \exp\left(- \frac{D\pi^2 n^2 t}{r_0^2} \right) \qquad (2)$$

There the rate of change of F-ions; Qt and Q∞-show the amount of sorbed ion corresponding to the time t (when the sample is taken for analysis, sec.) and the time when the equilibrium is established:

$$Bt = D_i \pi^2 t / r_0^2 \ (3).$$

Bt is called dimensionless parameter or Fourier measure of homochrony. The values of the effective diffusion coefficients were calculated by this formula:

$$D = B_t \cdot r_0^2 / t \cdot \pi^2 (4)$$

r- indicates the average radius of the swollen ionite grain in cm. Values of the effective activation energy - E_{akt} were calculated from the Arrhenius equation:

$$D = D_0 \exp(-E_{akt.} / RT \ \ (5)$$

based on the dependence of the values of the effective diffusion coefficients on temperature lnD-(1/T)·10^3. Entropy of activation (ΔS*) values was calculated from the equation proposed by R.M. Barrer et al (Barrer, Bartholomew, Rees, 1963: 51-62):

$$D_0 = d^2 (ekT/h) \cdot \exp(\Delta S^* / R) \quad (6).$$

In this equation, d is the jump distance of the ion in diffusion (this is assumed to be 0.5 nm), k is the Bolstman constant, h is the Plank constant, T is the absolute temperature, and R is the universal gas constant. The entropy multipliers is calculated by the formula $\lambda^2 \cdot \exp(\Delta S/R)$ – proposed by S.Gleston et al (Glasstone, Laidler, Eyring, 1941: 501):

$$D = e\,\lambda^2 kT/h.\exp(\Delta S^*/R).\exp(-E_{акт.}/RT) \quad (7).$$

Conclusion

Sorption with Dowex MAC-3 ionite occurs due to the replacement of functional groups of Me^{2+} ions by H^+ ions. The total sorption capacity of Dowex MAC-3 cationite (10.8 mg-eq/g) **(9)** and the maximum values of the sorption capacity for the studied ions are characterized depending on the acidity of the solution, the nature and concentration of the components. The high swelling capacity of cationite (swelling coefficient = 2.85) confirms the macroporous structure of the functional groups involved in the sorption process (Harju, Krook, 1995: 431-436**)**. Maximum removal of metal ions is observed at pH 5.5-6.5.

The value of the change constant (especially in the sorption of copper and zinc ions) indicates the high selectivity of the sorption. Cu^{2+} isotherms have the greatest peak and convexity in the initial parts. The observed differences in the sorption selectivity of the studied ions can be related to the stability of their ionic and hydrate compounds. The absence of curves in the sorption isotherms indicates that the absorption of the studied ions occurs mainly due to their interaction with the functional groups of the cation exchanger.

Table 1.
Equilibrium parameters of adsorption of Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+}- ions by Dowex MAC- 3 (H^+ form) ionite

C_0, $g.l^{-1}$	$C_{e.}$ $g.l^{-1}$	A, mg.g-1	P, $ml.g^{-1}$	ω, %	K, Lang	K, Freund.	K_{exc}
Cu^{2+} - cation							
0,5	0,029	47,1	1624,14	94,20	8,64		
1,0	0,076	92,4	1215,79	92,40	8,52		12,85
1,5	0,157	134,3	855,41	89,53	8,48		
2,0	0,304	169,6	557,89	84,80	8,52		
2,5	0,558	194,2	348,03	77,68	8,51		
3.0	0,916	208,4	227,51	69,46	8,52	218,7	
4,0	1,792	220,8	123,21	55,20	8,62		
5,0	2,649	235,1	88,75	47,02	-		
Zn^{2+} cation							
0,5	0,05	45,0	900,00	90,0	5,37		
1,0	0,13	87,0	669,23	87,0	5,33		8,46
1,5	0,262	123,8	472,52	82,53	5,33	204,1	
2,0	0,475	152,5	321,05	76,25	5,35		
2,5	0,784	171,6	218,87	68,64	5,35		
3,0	1,17	183,0	156,41	61,0	5,30		
4,0	2,052	194,8	94,93	48,7	5,36		
5,0	2,87	212,5	73,91	42,5	-		
Cd^{2+}- cation							
0,5	0,06	44,0	733,33	88,0	3,61		
1,0	0,145	85,5	589,65	85,50	3,64		

1,5	0,272	122,8	451,47	81,87	3,62		
2,0	0,452	154,8	342,48	77,40	3,70		
2,5	0,712	178,8	251,12	71,52	3,66		
3,0	1,05	195,0	185,71	65,00	3,67		
4,0	1,847	215,3	116,56	53,82	3,64		
5,0	2,527	247,3	97,86	49,46	-		
Pb^{2+} - cation							
0,50	0,042	45,8	1090,47	91,6	5,10		
1,00	0,102	89,8	880,39	89,8	5,17	45,71	2,59
1,50	0,195	130,5	669,23	87,0	5,17		
2,00	0,336	166,4	495,24	83,2	5,29		
2,50	0,575	192,5	334,78	77,0	4,96		
3,00	0,870	213,0	244,83	71,0	5,21		
4,00	1,663	233,7	140,53	58,42	5,34		
5,00	2,40	260,0	108,33	52,0	-		

Convex parts of sorption isotherms from the using of Langmuir equation (7): $A=A_{max}\cdot K\cdot C_e/1+K\cdot C_e$ is converted to a linear form: $1/A=1/A_{max} + 1/A_{max}\cdot K\cdot 1/C_e$ (7). Absorption of ion cations is expressed linearly with a high correlation coefficient in $C_e/A-C_e$ coordinates (R^2 = 0.97-0.98). This allows us to reliably calculate the maximum absorption value - Amax and the value of the change constant K from the dependence. From the obtained results, it is possible to compile the selectivity series for the sorption of studied ions by the studied sorbent at concentrations of 0.5-5.0 $gMe\cdot l^{-1}$: $Cu^{2+} > Zn^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+}$: 7,4; 6.5; 4,4 və 2,51 meq/g. The indicated range corresponds to the variation of the removal rate of metal ions in the range of 94.6-74.5%. Polyampholyte with carboxyl functional group was found to be the most effective sorbent for the studied ions. This is shown in the sorption isotherms and diagram (Figure 1-2).

Experimental materials show that the accuracy of the Langmuir equation, the source of processes, can be expressed with certain deviations. The Freundlich equation – $x/m=a\cdot C_e^n$ includes a and n lg x/m-lgCt also depends on the graph (Freundlich, 1906: 385-470). In graphical dependence, the length of the segment cut from the ordinate axis gives the value of a, and the tangent of the angle formed by the straight line with the abscissa axis gives the value of n. But the Freundlich equation can only satisfy the initial parts of the sorption curves: (0.15-0.9 g/l for Cu^{2+}, 0.05-0.3 g/l for Zn^{2+}, 0.05-0.3 g/l for Cd^{2+} and 0.04-0.6 g/l for Pb^{2+} ions). At the same time, the maximum sorption values of these ions are quite different in a wide concentration range and reach a maximum value of 2.51 (for Pb^{2+}) -7.40 (for Cu^{2+} ions) mg eq/g. The resulting isotherms are described by the following equations:

Dowex MAC-3: Cu^{2+} $A=235{,}1(8{,}54\pm 0{,}05)\cdot Ct/l+(8{,}54\pm 0{,}05)Ct$ $A=218.7\cdot Ct^{0.23}$

Zn^{2+} $A=212{,}5(5{,}34\pm 0{,}06)\cdot Ct/l+(5{,}34\pm 0{,}06)Ct$ $A=204\cdot 1Ct^{0.4}$

Cd^{2+} $A=247{,}3(3{,}65\pm 0{,}06)\cdot Ct/l+(3{,}65\pm 0{,}06)Ct$ $A=331{,}0\cdot Ct^{0.7}$

Pb^{2+} $A=260{,}0(5{,}18\pm 0{,}08)\cdot Ct/l+(5{,}18\pm 0{,}08)Ct$ $A=457{,}1\cdot Ct^{0.78}$

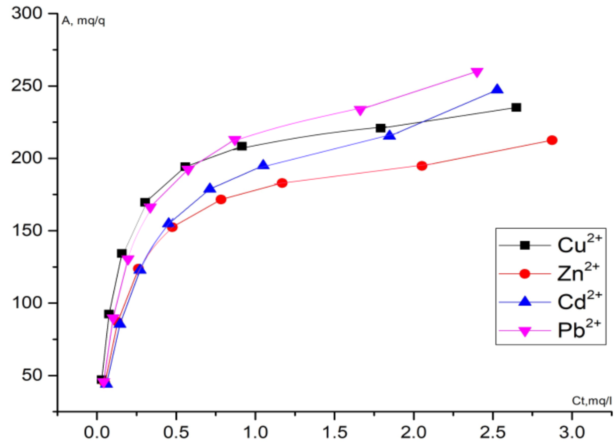


Fig.1. Sorption isotherms of Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+}- ions by the studied Dowex MAC-3 ionite

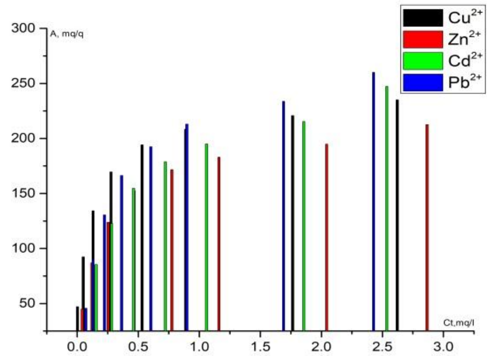


Fig. 2. Sorption diagram of Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+}- ions by the studied Dowex MAC-3 ionite

The study of the kinetics of the processes shows that the sorption equilibrium is established within 2.5-3 hours in all cases. A simple and reliable "kinetic memory", in other words partition method, was used to determine the boundary phase in practice. The increase of the sorption rate compared to the initial rate in all cases after the partition confirms that the processes are under the control of internal diffusion. At low levels of saturation, the dependence of -log(1-F) on time is not expressed by a straight line, while at higher values of saturation (F>0.5-0.6), the dependence obeys a straight line. The expression of the dependence of the degree of saturation F on $t^{1/2}$ up to values of 0.4-0.5 by a straight line from the coordinate origin and the quantities calculated for the absolute values of the Bio criterion (Bi>50), (12) once again confirm that the studied processes are under the control of internal diffusion (Fig. 3). At optimal pH sorption of ions, the highest value of the internal diffusion coefficient is realized by Pb^{2+} ions. All results were statistically analyzed according to standard methods. The experimental error did not exceed 5% for three parallel experiments. As the temperature increases, the sorption rate increases sharply during the first minute of contact of the ion exchanger with the solution and then gradually decreases until an equilibrium state is reached.

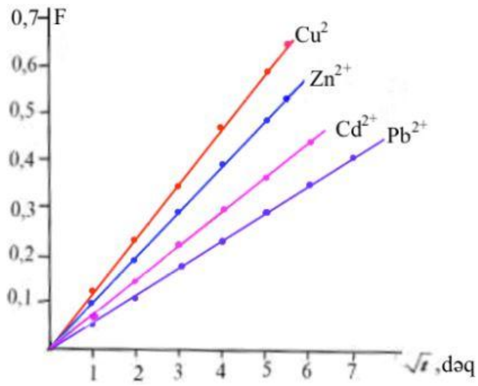


Fig. 3. Dependence of the degree of saturation of the studied ions with Dowex MAC-3 ionite on $t^{1/2}$

As the temperature increases from 25ºC to 55ºC, the speed of processes increases by about 1.5-2.5 times. During the sorption of lead and cadmium ions, the increase in temperature is more obvious. The higher the activation energy, the more intense the temperature change and sorption rate. The values we obtained for the activation energies are typical for the sorption processes occurring in the internal diffusion region (Fig. 4) (Chromatography, 2003-2004: 453).

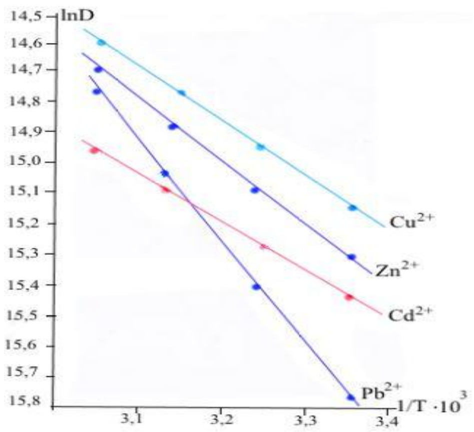


Fig. 4. Graphs of temperature dependence of absorption of studied ions by Dowex MAC-3 ionite

The thermodynamic parameters of ion sorption studied by polyampholyte were calculated assuming the ideality of the ionic phase, in other words, without taking into account the activity coefficients of the sorbed ions in the ionic phase. As it is known, one of the most important energy parameters of any chemical process, especially sorption processes, is the thermal effect of the reaction (Valdman, Panfilov, 1979: 479). The enthalpy change of the system was studied in all cases at 298 K, the obtained results were evaluated according to 1 mole. In all cases, the sorption of ions is accompanied by the release of heat ($\Delta H<0$). The relationship we established between the increase in selectivity of sorption and the decrease in entropy holds true in all the systems we studied. For small values of the entropy product, the case of faster formation of sorption equilibrium is characteristic. Entropy product values were calculated according to (Glasstone, Laidler, Eyring, 1941: 501). The obtained results confirm the fact that thermodynamic quantities are characterized by minimal values for sorption processes that proceed at high speed and selectivity. It can be argued that the selectivity is controlled by the enthalpy factor in all the systems we have investigated with heat release and entropy reduction. The value of the entropy coefficient for copper ions is lower than for other ions. This indicates a faster establishment of sorption equilibrium, which is confirmed by experimental data. Since Dowex MAC-3 is characterized by a very high (10.4 mg-eq/g)

exchange capacity, its large number of functional groups makes sorption processes more efficient. The values of the diffusion coefficients and other kinetic and thermodynamic parameters calculated with it also confirm the claim (Table 2). Dowex MAC-3 ionite half-time period values are as follows: (21.78 min for Cu^{2+}; 22.36 min for Zn^{2+}; 23.46 min for Cd^{2+} and 24.30 min for Pb^{2+} ions) (Adsorption analysis: equilibria and kinetics, 1998: 913).

Table 2.
Kinetic and thermodynamic parameters of sorption of Cu^{2+} Zn^{2+}, Cd^{2+} and Pb^{2+}- ions by Dowex MAC 3 ionite. (r_0=0.063:2=0.0315 cm)

$D_i.10^{-7}$ cm^2/sec	$D_0.10^{-4}$ cm^2/sec	E_a, kC/mol	ΔS^0, C/mol.K	ΔH^0, kC/mol	ΔG^0, kC/mol	K	$\lambda^{2exp\Delta S/R}.10^{-18}$ cm^2
Dowex MAC 3 -Cu^{2+}							
2,64	0,92	14,50	-50,98	-21,50	-6,32	12,85	5,44
Dowex MAC 3 - Zn^{2+}							
2,26	1,76	16,50	-45,56	-18,87	-5,29	8,46	10,43
Dowex MAC 3 - Cd^{2+}							
1,98	3,95	18,80	-38,85	-15,0	-3,42	3,98	23,37
Dowex MAC 3- Pb^{2+}							
1,44	74,76	26,90	-14,40	-14,40	-2,36	2,59	442,45

References

1. Duffus, J.H. (2002). “Heavy metals” – a meaningless term? Pure Applied Chemistry, Vol. 74, p.93-807.
2. Abbasov, A.D., Jafarli, M.M., Heydarova, F.F., Memmedova, F.S. (2017). Sorption of non-ferrous metal ions by chelatforming resins. Reports of National Academy of Sciences of Azerbaijan, №1, p.42-47
3. Jafarli, M., Abbasov, A. (2017). Ion-exchange properties of Diaion CR 11, Amberlite IRC 748, and Dowex M 4195. J.of Turkish Chem.Soc. №4(1), p.449-462.
4. Pehlivan, E., Altun T. (2006). The study of various parameters effecting the ion exchange of Cu^{2+},Zn^{2+}, Ni^{2+}, Cd^{2+}, and Pb^{2+} from aqueous solution of Dowex 50 W synthetic resin J.Hazardous Mater, vol.134, №1-3, p.149-156
5. Shvartsenbakh, G., Flashka, G. (1970). Complexіmetric titration, (in Russian), 562 p.
6. Boyd, G.E., Adamson, A.W., Myers, L.S. (1947). The Exchange Adsorption of Ions from Aqueous Solutions by Organic Zeolites. II. Kinetics 1. Journal of the American Chemical Society, Nov; 69(11): 2836–48. DOI:10.1021/ja01203a066.
7. Barrer, R.M., Bartholomew, R.F. (1963). Rees L.V.C. Ion exchange in porous crystals part I. Self and exchangediffusionof ions in chabazites. Journal of Physics and Chemistry of Solids. Jan; 24(1), p.51-62. DOI:10.1016/0022-3697(63)90041-6.
8. Glasstone, S., Laidler, K., Eyring, H.(1941). The Theory of Rate Processes, 501 p.
9. Harju, L., Krook, T. (1995). Determination of equilibrium constants of alkaline earth metal ion chelates with Dowex A-1 chelating resin. Talanta, v.42, №3, p.431-436.
10. Freundlich, H.M.F. (1906). Die adsorption in losungen. Z.Phys.Chem. 57, p.385-470.
11. Chromatography. (2003-2004). Products for analysis and purification. Sigma-Aldrich Chemie GmbH, 453 p.
12. Valdman, A.I, Panfilov, B.I. (1979). In the collection: 8th All-Union Conference on calorimetry and chemical thermodynamics. Ivanovo, 479
13. Adsorption analysis: equilibria and kinetics. (1998). Series on chemical engineering. London: Imperial College Press, 913 p.

Received: 26.05.2023 Accepted: 02.07.2023

DOI: https://doi.org/10.36719/2707-1146/34/44-60

Ali Guliyev
Akdeniz University
master student
aliquliyev067@gmail.com

MACRO ELEMENT REQUIREMENT AND FERTILIZER RECOMMENDATION ON SOIL ANALYSIS RESULTS FOR WHEAT AND SUNFLOWER AS BASIS OF OUR FOOD

Abstract

In a growing world, growing polarity between the rich and the poor is getting more and more distinct, there comes a huge problem of food shortage. For many years, scientists have been working consistently, conducting researches for an optimal solution to this problem. One of the main solutions to this food crisis is to properly supplement the essential nutrients that plants uptake from soil. In theses, a solution to the problem is given in successful studies increasing both yield and quality coefficients of plants. In fertilizer analysis of this research, farmers will be able to find the fertilizer uptake of their soil, which in turn, will help in calculating costs beforehand in terms of high-yield production rates and lesser finances spent.

Keywords: *nutrient uptake of plants, macronutrient elements, nitrogen, phosphorus, potassium, wheat, sunflower, assessment of analysis results, fertilizer determination*

Əli Quliyev
Akdeniz Universiteti
magistrant
aliquliyev067@gmail.com

Qidamızın əsasını təşkil edən buğda və günəbaxanda makro element tələbi və torpaq analizi nəticəsində gübrə tövsiyəsi

Xülasə

Böyüyən dünyamızda, böyüyən kasıb və varlı qütbləşməsi hər keçən gün daha da fərqini göstərərkən, ortaya böyük qida çatışmazlığı problemi çıxır. Bu problemin həlli üçün illərdir alimlər tədqiqat və araşdırmalar aparır. Qida çatışmazlığının həll yollarından biri də bitkilərin torpaqdan ala biləcəyi qida elementinin tam olaraq ona verilməsidir. Belə tədqiqatların nəticəsində bitkilərdə həm məhsuldarlıq həm də keyfiyyət göstəricilərində yüksəlmələr görülmüşdür. Bu məqalədə gübrə analizi etdirmiş hər bir təsərrüfat sahibi əkin sahəsinə lazım olan gübrənin miqdarını hesablaya biləcək və daha yüksək məhsul ilə yanaşı lazım olan maliyyə xərclərinin hesablanmasında da köməklik ala biləcəkdir.

Açar sözlər: *bitkinin qida alması, makro elementlər, azot, fosfor, kalium, buğda, günəbaxan, torpaq analiz nəticəsinə rəy bildirilməsi, gübrə təyini*

Introduction

One of the first conditions of happiness is that the link between man and nature shall not be broken.
Leo Tolstoy

Just as we humans get nutrients from the food we eat, similarly, plants get their nutrients from the soil. Of the 118 chemical elements found so far, for plants, only 17 of them are known as essential nutrient elements. Nutrient elements are also divided into 3 different classes based on their uptake ratio. The nutrients that plants consume the most are macro elements, then comes micro elements which trace elements and then there is ultra-micro elements which scientists are still

working on and their importance for plants is being investigated. The aim of our study is to calculate the Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) ratio in the soil based on the results of soil analysis in wheat and sunflower, which are the main foods of the world due to overproduction, and to illuminate the ways of calculating the fertilizer uptake necessary for plants.

Plants need at least 17 plant nutrient substances or elements to grow and improve optimally. Three of these elements are Hydrogen, Carbon and Oxygen. These elements are divided into micro, macro and ultra-micro elements. Essential plant nutrients Carbon, Hydrogen, Oxygen, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium and Sulfur are used in higher amounts than others and these are called macronutrients (Janan, 2004).

Name of Element	Chemical Sign	Atomic Weight	Amount in Dry Substance		Useful Form for Plant
			%	Ppm	
Hydrogen	**H**	1.0	**6**		H_2O
Carbon	**C**	12.0	**45**		CO_2
Oxygen	**O**	16.0	**45**		O_2, H_2O
Nitrogen	**N**	14.0	**1.5 (1-5)**		NO_3^- , NH_4^+
Potassium	**K**	39.1	**1.0**		K^+
Calcium	**Ca**	40.1	**0.5 (0.2-1)**		Ca^{2+}
Magnesium	**Mg**	24.3	**0.2 (0.1-0.4)**		Mg^{2+}
Phosphorus	**P**	30.1	**0.2 (0.1-0.5)**		$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2+}
Sulphur	**S**	32.1	**0.1 (0.1-0.4)**		SO_4^{2-}
Chlorine	**Cl**	35.5		**100 (100-1000)**	Cl^-
Boron	**B**	10.8		**20 (6-60)**	BO_3^{3-} , $B_4O_7^{2-}$
Ferrum	**Fe**	55.8		**100 (50-250)**	Fe^{2+}, Fe^{3+}
Manganese	**Mn**	54.9		**50 (20-200)**	Mn^{2+}
Zinc	**Zn**	65.4		**20**	Zn^{2+}
Copper	**Cu**	63.5		**6**	Cu^+, Cu^{2+}
Nickel	**Ni**	58.7		**0.05**	Ni^{2+}
Molybdenum	**Mo**	95.9		**0.01**	MoO_4^{2-}

Table 1. Essential elements and their suitable compounds for plants

Plant nutrients necessary for the growth of most plants and some properties related to them.

Plants are fed with macro, micro and ultra-micro elements. The importance of ultra microelements for plants, about which researches are still made, is learned mostly in growth and biofortification trials. We know that there are 61 of 94 elements in total in human body, but how and how much of 33 of those elements are still being learned. We know that these ultra-micronutrients come to us from the foods we eat, but when we exclude 17 of those 61 elements as micro and macro, we get 44 ultra-micro elements (Aydemir, Nasrin, 2003).

Essential plant nutrients and sources:

Especially Nitrogen, Phosphorus and Potassium are the elements with the most deficiency problems.

The Importance of Nitrogen in Plant Nutrition:

Nitrogen is the most consumed nutrient along with water. Therefore, it mostly appears as a nutrient that controls plant growth. Because there are no Nitrogen compounds in the bedrock of the soil and the inorganic material derives from the bedrock. The source of Nitrogen in nature is the atmosphere. Apart from this, there is a significant amount of Nitrogen in the hydrosphere and living things. The main reservoir of Nitrogen in the soil is organic matter. As a result of the decomposition of organic matter over time, plants can benefit from the Nitrogen contained in it (Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

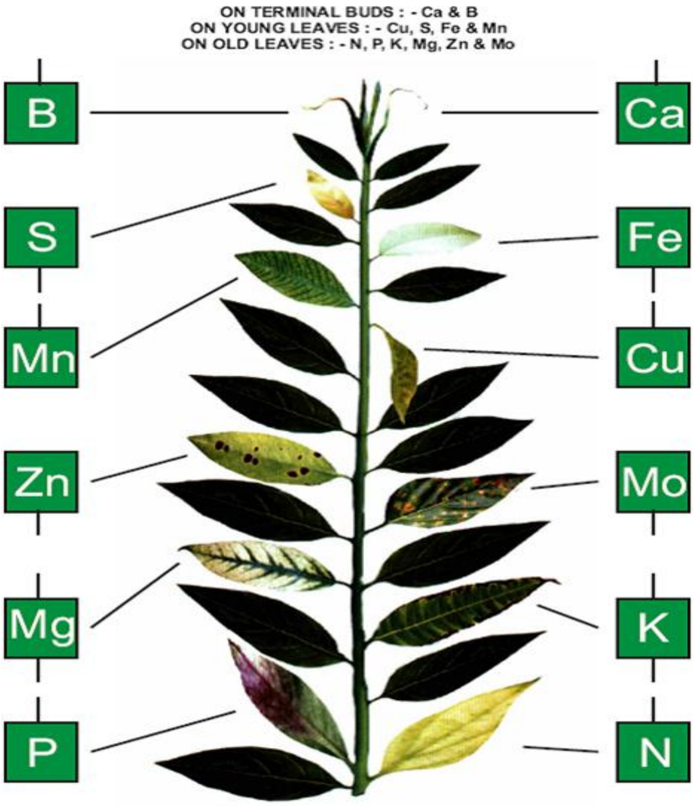


Figure 1. Deficiencies of nutrients viewed from leaves.

Nitrogen takes place in the structure of many important organic compounds in plants. Proteins, Amino Acids, Nucleic Acids, Enzymes, Chlorophyll, ATP, ADP are important organic compounds containing Nitrogen (Aktas, Ates, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Type	Macronutrient elements	Micronutrient elements
Mostly uptaken by air or water	Carbon (C) Hydrogen (H) Oxygen (O)	___
Uptaken from soil	Nitrogen (N) Phosphorus (P) Potassium (K) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Sulphur (S)	Ferrum (Fe) Manganese (Mn) Copper (Cu) Zinc (Zn) Molybdenum (Mo) Boron (B) Chlorine (Cl)

Table 2. Macronutrient and Micronutrient elements uptaken through air, water & soil

The total amount of Nitrogen in the soil is generally between 0.02 - 2.5 %. It may be less than 0.02 % in surface soils or more than 2.5 % in organic soils. Most of the total Nitrogen present in the soil (96 - 98 %) is in organic form. A small part of it is available in Ammonium, Nitrate and other inorganic forms (Erzurum, 1993).

Symptoms of Nitrogen Deficiency. Nitrogen is necessary for the formation of new cells in the plant. In Nitrogen deficiency, the growth rate of plants decreases.

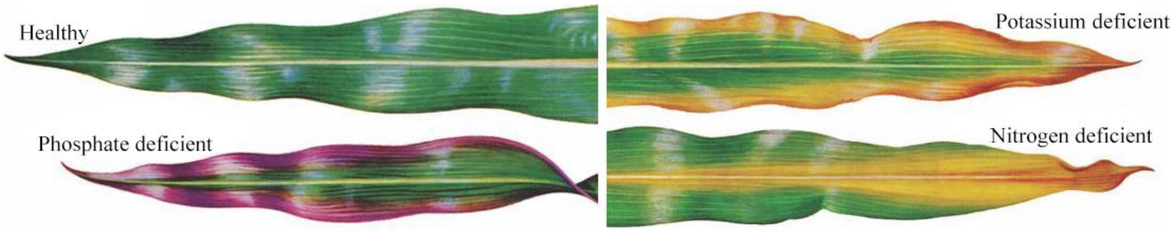


Figure 2. Deficiencies of major macronutrient elements observed

It adversely affects the vegetative growth of the plant. Leaf and stem system becomes very weak. Similarly, root growth and especially branching in roots weakens. Blooming and fruit yield rate decreases and fruits remain small. The general appearance of the plants becomes light green instead of dark and vibrant green. Leaf Area Index (LAI) decreases and photosynthesis occurs less frequently. If the deficiency is more severe, chlorosis is seen on the leaves. Chlorosis occurs as homogeneous yellowing of the leaf (tissue). When Nitrogen deficiency increases, the leaves turn brown and die (Aktas, Ates, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Antagonistic element	Prevents uptake of elements
Excess **Nitrogen**	**Potassium, Copper, Boron**
Excess **Phosphorus**	**Potassium, Calcium, Zinc, Ferrum, Copper**
Excess **Potassium**	**Magnesium, Boron**
Excess **Zinc**	**Manganese, Ferrum, Copper**
Excess **Manganese**	**Zinc, Ferrum**
Excess **Ferrum**	**Phosphorus, Manganese**
Excess **Copper**	**Zinc, Manganese, Ferrum**

Table 3. Excessive uptake of a nutrient element adversely affecting uptake of other elements

Nitrogen Antagonism. Excess Nitrogen prolongs the vegetative growth period of the plant, delays blooming and reduces sugar synthesis. It causes late ripening in fruits. Excess Nitrogen reduces resistance to diseases (especially fungal diseases) (Aktas, Atesh, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

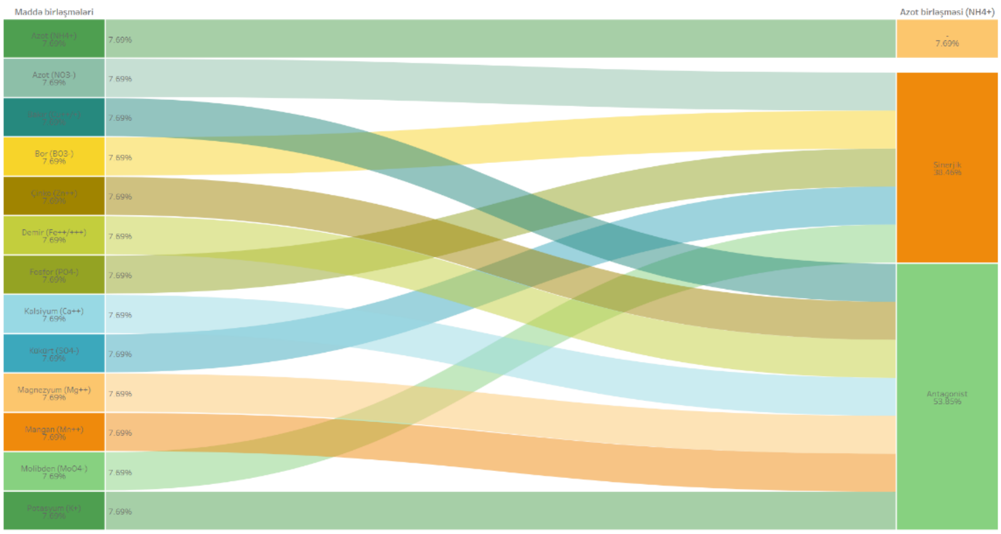


Figure 3. NH_4^+ **being Antagonistic and/or Synergistic with chemical compounds in fertilizers**



Figure 4. NO_3^- being Antagonistic and/or Synergistic with chemical compounds in fertilizers

In addition, while excess Nitrogen reduces the resistance of plants to breaking, it also causes delayed harvest.

Nitrogen Determination Methods in Soil. For determination of total Nitrogen, generally Kjeldahl and Dumas methods are used. The Dumas method, basically is a dry burning method.

The Importance of Phosphorus in Plant Nutrition. The source of Phosphorus in the soil is the Apatite mineral. Apatite mineral is found in flour Apatite or Hydroxyapatite compositions. In general, crystalline Schists such as Quartzites, Phyllites and Mica schists contain little Phosphorus, whereas Basalt and similar basic igneous rocks contain more Phosphorus. Phosphorus, which is released by the breakdown of rocks and minerals, can be used by plants. In addition, as there is Phosphorus in the structure of organic matter, there are also organic Phosphorus compounds in soil (Aktash, Atesh, 1998)

Plants need Phosphorus as it is necessary for the formation of ATP, sugars and Nucleic Acids. ATP, which transfers energy in the plant, is one of the most important of these compounds. It is necessary for the formation of DNA that determines the genetic characteristics of the plant. Phosphorus plays an important role in cell division, blooming and fruit formation. It accelerates the maturation of plants. It forms basis for the uptake of Potassium by plants. It increases the resistance of the plant against diseases and pests. It regulates the uptake of water by plant roots and ensures effective use of water (Aktas, Atesh, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Symptoms of Phosphorus Deficiency. Phosphorus deficiency is noticed earlier in young plants that need more Phosphorus compared to older plants. In addition, Phosphorus deficiency may occur in cold (wet) soils at the beginning of the vegetation season. In Phosphorus deficiency, generative organs such as flowers, fruits and seeds are damaged the most. Growth regresses in plants with Phosphorus deficiency. The formation of shoots and buds in fruits and trees is reduced. Leaves become darker green than normal. Root growth of plants is weakened. The resistance of the plant against frost events and diseases decreases (Aktas, Atesh, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Phosphorus Antagonism. The effect of excess Phosphorus on plants occurs mostly indirectly. On the other hand, as Phosphate ions are tightly held in the soil, it becomes difficult for plants to absorb Phosphate ions.

Therefore, excess Phosphorus in plants is not a common situation. In the case of excess Phosphorus, micronutrient deficiencies such as Zinc and Ferrum may occur, alongside, Calcium, Boron, Copper and Manganese deficiencies may also occur (Aktas, Atesh, 1998).

Phosphorus content of plants is usually between 0.2 - 0.8 % of their dry weight. In case of deficiency, this rate falls below 0.1 %. Phosphorus is more in the seeds and fruits of the plant than in the leaves and other parts. In general, the Phosphorus level of soils varies between 0.02 % and 0.15 %, of which a very small portion (1 - 2 %) can be taken up by plants (Sezen, 2002).

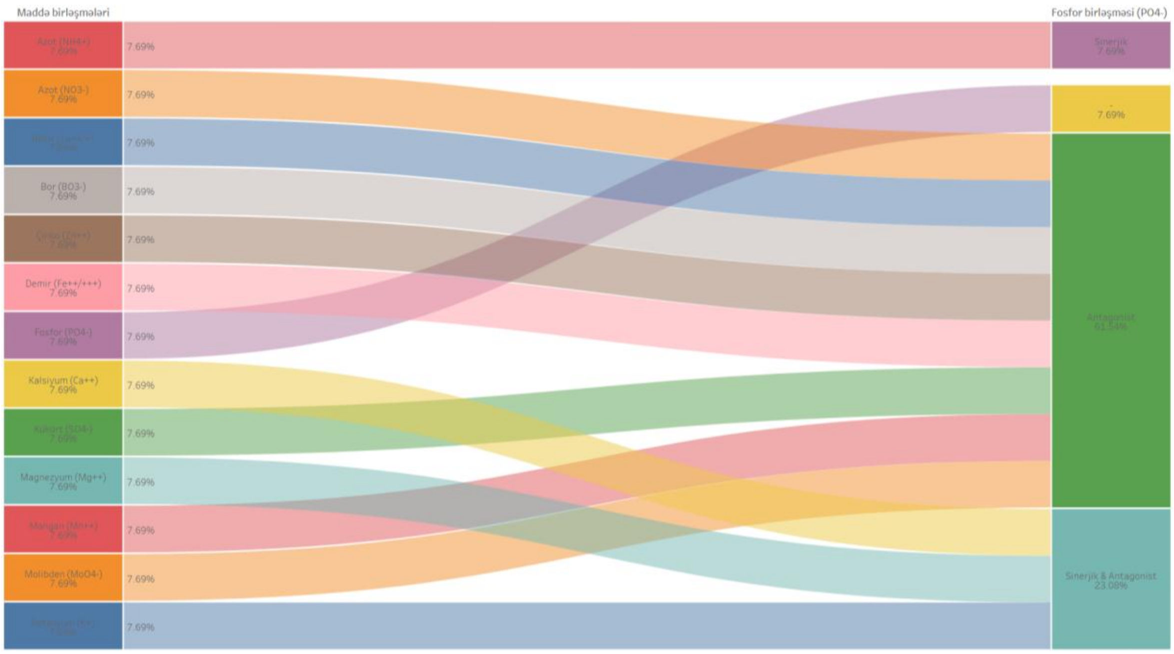


Figure 5. PO_4^+ being Antagonistic and/or Synergistic with chemical compounds in fertilizers

Phosphorus exists in two forms in soil-organic and inorganic. Plants benefit from inorganic orthophosphates dissolved in soil water. Almost all of the Phosphorus in plants and soil is found in the form of Phosphorus Pentoxide (P_2O_5).

The Importance of Potassium in Plant Nutrition. Potassium in soil is formed as a result of the disintegration and disintegration of rocks containing Potassium minerals such as Potassium feldspars (complex and micro-line) or micas (muscovite and biotite). It is also found in the soil as secondary or clay minerals. Potassium plays a fundamental role in multiple events that occur in plants. It is used by plants in the activation of many Enzymes and Coenzymes, in Photosynthesis, protein formation, Starch formation and sugar transfer. It increases the cell sap and thus the plant's water balance and its resistance against drought. It has positive effects on surviving summer drought and frost resistance (Brady, 1990). Potassium increases the resistance of plants against diseases. Potassium, which ensures the maturation of the seed, also provides the growth of the root system of the plant. It plays a role in the formation of Chlorophyll; however, it is not included in the structure of Chlorophyll. It does regulations in the opening and closing of stomatal cells in plant leaves and in the uptake of water by stem cells. It eliminates the negative effects of excess Nitrogen in the soil. Potassium delays early growth and prevents the damage of insufficient seed filling caused by the early ripening effect of Phosphorus. In plants that receive sufficient Potassium, water loss by transpiration decreases (Brady, 1990; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Potassium is mostly found in the young leaves, the young and fast-growing parts such as root tips and buds of the plant. Potassium moves continuously through the plant and when it is found in excess in the old parts, it is carried to the younger parts.

The most important function of Potassium is its role in opening and closing of stomata of the leaves for transpiration (water evaporation) and Photosynthesis. At this time, when in the daylight, that is, when the sun is up, Potassium with Hydrogen gathers around the stoma and opens the stoma, allowing the plant to evaporate water and release Oxygen gas into the atmosphere. In the absence of light, Potassium and Hydrogen move away from the stoma and cause the stoma mouth to

close. When there is no enough Potassium, as there is no good transpiration and Photosynthesis, it can cause yellowing in the color tissues around the leaves, and it can cause the plant to lessen yield and to dry out completely (Arnon, Stout, 1939: 371-385).

Potassium Deficiency Symptoms. Potassium deficiency is more common in plants grown on sandy, light-textured soils. In plants, immediate visible symptoms are not observed. First, there becomes a regression in the growth rate, then Chlorosis and Necrosis are seen. The leaf margins first turn yellow, then the color turns dark brown in these parts. If the deficiency is very severe, these parts turn black. Turgor pressure decreases in plants suffering from Potassium deficiency and when water stress occurs, plants become brittle textured. Drought and frost resistance is reduced. The formation of xylem and phloem tissues in plants regresses (Aktas, Atesh, 1998; Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001).

Potassium would be supplemented from soil in many forms. Natural ash is the most used by farmers. When ash is used, by enriching the soil with Potassium, we also reinforce other nutrients. However, Nitrogen and Nitrogenous compounds (Amino Acids) are not found in the ash because they are only present in living cells. The use of ash as a source of Potassium has a positive effect on the physical and chemical structure of the soil, and when it is used excessively, the soil becomes hard.

Potassium Antagonism. The existence of excess Potassium in soil does not have a harmful effect on plants unlike excess Nitrogen or excess Phosphorus. However, it is reported that excess Potassium negatively affects the Manganese uptake of plants (Boshgelmez, Boshgelmez, Savashchi, Pasli, 2001). Potassium is mostly found in the young leaves, root tips and also in young and fast-growing parts such as buds of the plant. The existence of excess Potassium in the soil does not have a harmful effect on plants unlike the excess Nitrogen or excess Phosphorus. Excess Nitrogen can adversely affect Potassium, Copper and Boron deficiency and uptake (*Table 3*).

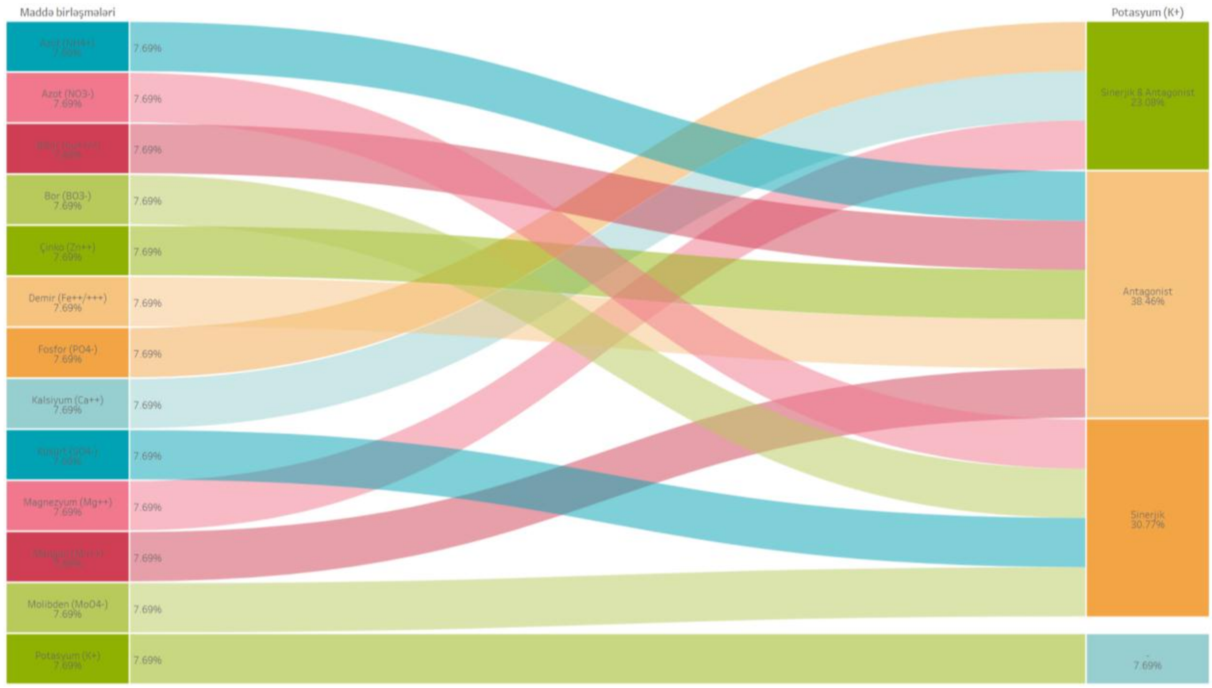


Figure 6. K^+ being Antagonistic and/or Synergistic with chemical compounds in fertilizers

I. Wheat (Triticum aestivum L.)

Requirements:

1. pH: ranges from **6.5** up to **8.5**

2. EC: **6.0**

3. [aw1]Max Nitrogen uptake amount of wheat from soil (*as NH_4 -N, NO_2 -N composition*): **21.6** kg/da

4. [aw2]Max Phosphorus uptake amount of wheat from soil (*as P_2O_5 compound*): **5.9** kg/da

5. [aw3]Max Potassium uptake amount of wheat from soil (*as K_2O compound*): **22.7** kg/da

Soil Property	Measure	Method	Analysis Result
Components	%	*Hydrometer*	Sand: 12 Clay: 5.2 Silt: 36
pH		*Potantiometric 1:2.5*	8.09
EC	MS/cm	*Conductometric 1:2.5*	0.75
Lime	%	*Calcimetric*	42.78
Organic Substance	%	*Walkey-Black Titrimetric*	2.34
Total Nitrogen	%	*Theoretical*	0.12
Uptakeable P	ppm	*Olsen-Spectrophotometric*	61.9
Uptakeable K	ppm	*AA-ICP*	454
Uptakeable Ca	ppm	*AA-ICP*	5546
Uptakeable Mg	ppm	*AA-ICP*	677
Uptakeable Fe	ppm	*DTPA-ICP*	8.13
Uptakeable Mn	ppm	*DTPA-ICP*	7.08
Uptakeable Zn	ppm	*DTPA-ICP*	1.93
Uptakeable Cu	ppm	*DTPA-ICP*	13.07
Uptakeable B	ppm	*Hot Water Ext.*	0.5

Table 4. Soil analysis results by several properties and methods

Fertilization is important for the productivity of wheat, which is the main food of human consumption. Correct application of fertilization also affects the quality values in yield and increases the market value. Wheat, which has high nutritional value, has many uses, but it also affects the storage time. It is observed that the amount of protein in wheat increases when Nitrogen fertilization is done on time and in sufficient amount (Bergmann, 1992).

Calculation Of Nitrogen (N) Requirement of Wheat.

1. First step is to convert the analysis result to decares (gives % (percent) kg amount).

In area of 1 decare (0 - 25 cm thick) exists 200 × 1.25 = 250000 kg of soil.

If in 100 kg of soil ⇔ exists 0.12 kg of total Nitrogen (N),

250000 kg ⇔ X

X = 0.12 × 250000 / 100

X = 300 kg

Retake$_1$: In 1 decare of soil (~20 cm thick, 250000 kg), exists total of 300 kg Nitrogen (N).

2. First year, useful amount of total Nitrogen for the plant is calculated (it's 50 % for total Nitrogen (N)).

If in 100 kg of total Nitrogen ⇔ 50 kg is useful

In 300 kg total Nitrogen ⇔ X

X = 50 × 300 / 100

X = 150 kg Nitrogen (N)

3. Total Nitrogen's (N) useful amount for the plant NO_3-N and NH_4 -N is calculated (gets 2.5 % or 3 %).

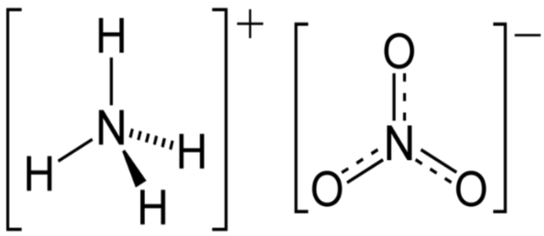


Figure 7. Chemical structure of Ammonium Nitrate

If in 100 kg of total Nitrogen (N) ⇔ exists 3 kg of NO_3-N and NH_4 -N,
150 kg ⇔ X

X = 3 × 150 / 100

X = 4.5 kg

Retake$_2$: 4.5 kg of total Nitrogen found in 1 decare of soil is a Nitrate Nitrogen and Ammoniac Nitrogen composition.

4. [aw1]Max Nitrogen (N) Uptake (K) Amount (M) – Nitrogen (N) Amount (M) Exist (B) in Soil (T) = Nitrogen (N) Amount (M) Must (G) be Given (V) as Fertilizer (G)

(N)KM – (N)MBT = (N)MGVG

21.6 kg/da – 4.5 kg/da = 17.1 kg/da

Retake$_3$: If the [aw1]max Nitrogen (N) uptake amount is greater, must give a fertilizer.

Retake$_4$: If the Nitrogen (N) amount *exist in soil* is great enough, giving fertilizer is not needed.

5. Usefulness ratio of Nitrogen in fertilizer (60%).

If, of 100 kg Nitrogen fertilizer ⇔ 60 kg is useful to plant,

X ⇔ 17.1 kg

X = 100 × 17.1 / 60

X = 28.5 kg

6. Convert to fertilizer:

1) Urea: 46% N

2) DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P)

3) MAP: $(NH_4)_2HPO_4$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus)

4) Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen (N-NO_3) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5%

5) Nitric Acid: HNO_3 68% Nitrogen (N)

Finding the required Urea amount for a decare of wheat field (Begon, Townsend, Harper, 2006):

If 100 kg fertilizer ⇔ contains 46 kg Nitrogen,

X ⇔ 28.5 kg

X = 100 × 28.5 / 46

X = 61.95 kg

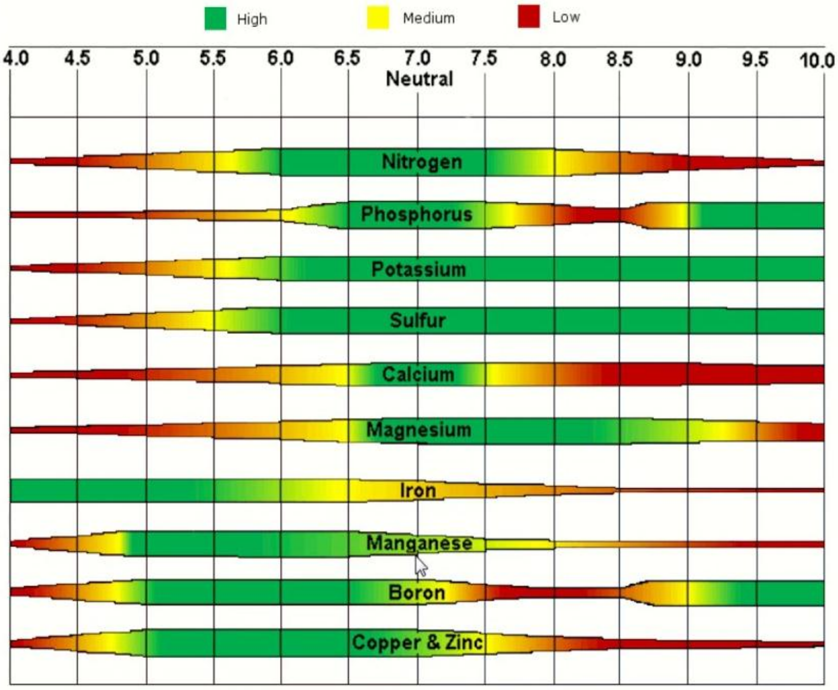


Figure 8. Plant's nutrient uptake in relation to soil pH

Retake$_5$: For 1 decare of wheat field, if farmer uses Urea fertilizer, 61.95 kg of fertilizer must be used per decare.

✓ For 1 decare of wheat field require DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P) amount.

If 100 kg fertilizer ⇔ *contains 18 kg of Nitrogen (N),*

X ⇔ 28.5 kg

X = 100 × 28.5 / 18

X = 158.33 kg

Retake$_6$: For 1 decare of wheat field, farmer must use DAP fertilizer as 158.33 kg per decare.

✓ For 1 decare of wheat field, required MAP: $(NH_4)(H_2PO_4)$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus) fertilizer.

If 100 kg fertilizer ⇔ contains 12 kg of Nitrogen,

X ⇔ 28.5 kg

X = 100 × 28.5 / 12

X = 237.5 kg/da

Retake$_7$: For 1 decare of wheat field, farmer must use MAP fertilizer as 237.5 kg/da.



Figure 9. Potassium Nitrate formula by its substance

✓ For 1 decare of wheat field, required Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen ($N\text{-}NO_3$) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5% fertilizer (Brown, Welch, Cary, 1987: 801-803).

If 100 kg fertilizer ⇔ contains 13 kg of Nitrogen (N),
X ⇔ 28.5 kg
X = 100 × 28.5 / 13
X = 219.23 kg

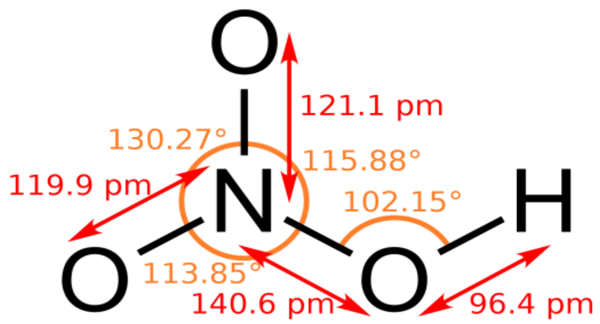


Figure 10. Nitric Acid's (HNO_3) structure

Retake₈: In 1 decare of wheat field, farmer must use KNO_3 fertilizer as 219.23 kg/da.

✓ For 1 decare of wheat field, required HNO_3 68% Nitrogen (N) fertilizer.

If 100 kg fertilizer ⇔ contains 68 kg of Nitrogen (N),
X ⇔ 28.5 kg
X = 100 × 28. 5 / 68
X = 41.91 kg

Retake$_9$: For 1 decare of wheat field, farmer must use HNO_3 fertilizer as 41.91 kg/da.

Calculating Phosphorus (P) Requirement of Wheat (ppm)

1. First step is to convert to decares (250000 kg/da).

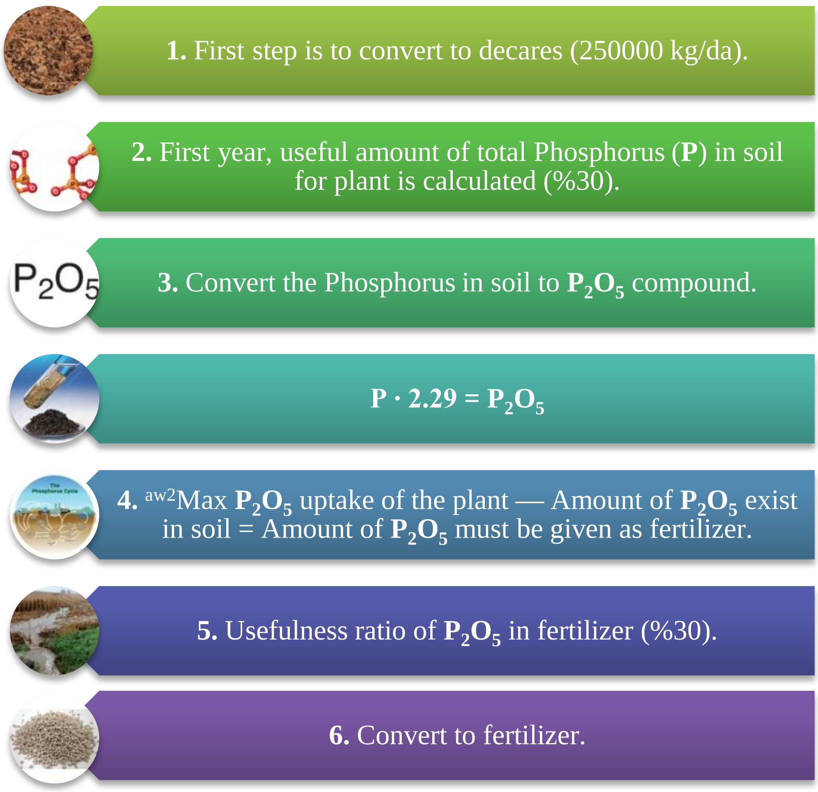


Figure 11. Steps to follow to effectively calculate Phosphorus uptake in wheat

kg/da = ppm × 0.25
kg/da = 61.9 × 0.25
kg/da = 15.475

2. First year, useful amount of Phosphorus (P) in soil for plant is calculated (%30).

If, of 100 kg of Phosphorus (P) ⇔ 30 kg is useful,
15.475 kg ⇔ X

X = 15.475 × 30 / 100
X = 4.6425 kg

Retake$_1$: In 1 decare of soil, 4.6425 kg of Phosphorus (P) is useful for plant.

3. Converting Phosphorus in soil to P_2O_5 compound amount.

4.6425 kg/da × 2.29 = 10.631 kg/da

4. [aw2]Max P_2O_5 uptake amount of wheat – P_2O_5 amount exist in soil = P_2O_5 amount must be given as fertilizer

Retake$_2$: As 10.631 kg/da of Phosphorus (P) exist in soil is P_2O_5, it is sufficient enough for wheat. For 1 decare of wheat plant, [aw2]max Phosphorus (P_2O_5) uptake amount is 5.9 kg/da. Then there is no need for fertilization (Brown, Welch, Madison, 1990: 19-27).

Calculating Potassium (K) Requirement of Wheat (me / 100 gr)

1. First step is to convert the analysis result to decares.

me/100gr = K (ppm)/390
K (ppm) = me/100gr × 390
kg/da = ppm × 0.25
kg/da = 454 × 0.25
kg/da = 113.5

Retake$_1$: Because of soil analysis result is set as 454 ppm (*see Table 4*), there is no need for conversion.

2. First year, useful part of Potassium (K) in soil for plant is calculated (40%).

If, of 100 kg Potassium ⇔ 40 kg is useful,
113.5 ⇔ X

X = 45.4 kg

3. Convert Total Potassium (K) in soil useful for plant to K_2O compound, find its amount (K × 1.2 = K_2O).

45.4 × 1.2 = K_2O
K_2O = 54.48 kg/da

4. [aw3]Max K_2O uptake amount of wheat – K_2O amount exist in soil = K_2O amount must be given as fertilizer

5. Usefulness ratio of K_2O in fertilizer.

6. Convert to fertilizer.

Retake$_2$: 54.48 kg/da Potassium (K_2O) *exist in soil* is fully sufficient for the wheat plant. Annually, for wheat plant, [aw3]max Potassium (K_2O) uptake amount from soil is 22.7 kg/da, therefore, there is no need for fertilization.

Parameter	Measure Unit	Analysis Result	Assessment	Analysis Method
Saturation in Water	**%**	**63**	**Sandy Loam**	***TS 8333 : 1990***
Clay Ratio	**%**	**8.48**		***Bouyocus Hydrometer Method***
Silt Ratio	**%**	**31.71**		***Bouyocus Hydrometer Method***
Sand Ratio	**%**	**59.81**		***Bouyocus Hydrometer Method***
pH	**21.5°C/pH**	**7.72**		***Saturation Mud***
EC / Salt	**21.5°C-mS/m**	**6.02**		***Saturation Mud***
Organic Substance	**%**	**12.24**		***Walkley Black***
Kireç (CaC_3)	**%**	**9.79**		***Calcimeter***
Nitrogen (N)	**%**	**0.01**		***Spectrophotometer***

Phosphorus (P)	**ppm**	**3.81**		***Spectrophotometer***
Potassium (K)	**ppm**	**110.00**		***Spectrophotometer***
Calcium (Ca)	**ppm**	**254.40**		***Spectrophotometer***
Magnesium (Mg)	**ppm**	**90.00**		***Spectrophotometer***
Manganese (Mn)	**ppm**	**1.68**		***Spectrophotometer***
Ferrum (Fe)	**ppm**	**0.29**		***Spectrophotometer***
Copper (Cu)	**ppm**	**0.29**		***Spectrophotometer***

Table 5. Sample soil analysis sheet

II. Sunflower (Helianthus annus L.)

Requirements:

1. pH: ranges from **6.0** up to **7.2**

2. EC: range from **2** up to **4** mmhos/cm

3. [as1]Max Nitrogen uptake amount of sunflower from soil (*as NH_4 -N, NO_2 -N composition*): **6.5** kg/da

4. [as2]Max Phosphorus uptake amount of sunflower from soil (*as P_2O_5 compound*): **4.1** kg/da

5. [as3]Max Potassium uptake amount of sunflower from soil (*as K_2O compound*): **36.0** kg/da

Sunflower's Nitrogen (N) Requirement & Increasing Nitrogen in Soil

1. First step is to convert the analysis result to decares (% (percent) kg amount given).

In area of 1 decare (0 - 25 cm thick) exists 200 × 1.25 = 250000 kg of soil.

If in 100 kg of soil ⇔ exists 0.01 kg of Nitrogen (N),

In 250000 kg of soil ⇔ X

X = 250000 × 0.01 / 100

X = 25 kg (N)

Retake$_1$: Total 25 kg of Nitrogen (N) exist in 1 decare of soil (250000 kg).

2. First year, useful amount for plant is calculated (it's 50% in total Nitrogen (N)).

If, of 100 kg total Nitrogen ⇔ 50 kg is useful,

25 kg/da ⇔ X

X = 50 × 25 / 100

X = 12.5 kg

3. Total Nitrogen's (N) useful amount for the plant NO_3-N and NH_4 -N is calculated (gets 2.5% or 3%).

If in 100 kg of Nitrogen ⇔ exists 3 kg of NO_3-N and NH_4 -N composition,

12.5 ⇔ X

X = 12.5 × 3 / 100

X = 0.375 kg

Retake$_2$: 0.375 kg of total Nitrogen exist in 1 decare of soil as a Nitrate Nitrogen and Ammoniac Nitrogen composition.

4. [as1]Max Nitrogen (N) Uptake (K) Amount (M) of sunflower – Nitrogen (N) Amount (M) Exist (B) in Soil (T) = Nitrogen (N) Amount (M) Must (G) be Given (V) as Fertilizer (G)

(N)KM – (N)MBT = (N)MGVG

6.5 kg/da – 0.375 kg/da = 6.125 kg/da

Retake$_3$: If the [as1]max Nitrogen (N) uptake amount is greater, must give a fertilizer.

Retake$_4$: If the Nitrogen (N) amount *exist in soil* is great enough, giving fertilizer is not needed.

5. Usefulness ratio of Nitrogen in fertilizer (60%).

If, of 100 kg fertilizer ⇔ 60 kg is useful,

X ⇔ 6.125 kg

X = 6.125 × 100 / 60

X = 10.208 kg

6. Convert to fertilizer:

1) Urea: 46% N

2) DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P)

3) MAP: $(NH_4)_2HPO_4$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus)

4) Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen (N-NO_3) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5%

5) Nitric Acid: HNO_3 68% Nitrogen (N)

For 1 decare of sunflower field, DAP and MAP amount of required Nitrogen need;

Note₁: As we know, in sunflower cultivation, if feeds 24.984 kg/da of DAP fertilizer to soil, apart from Phosphorus, it also provides 4.497 kg of Nitrogen (N) nutrient to the soil.

Note₂: As we know, in sunflower cultivation, if feeds 100.219 kg of Potassium Nitrate fertilizer to soil, apart from Potassium, it also provides 13.028 kg of Nitrogen (N) nutrient to the soil.

4.497 + 13.028 = 17.525 kg

Retake₅: In 1 decare of sunflower field, as sunflower's [as1]max Nitrogen (N) uptake amount is 6.5 kg/da, after giving DAP and MAP fertilization through soil, it does also provide that soil with more than enough of Nitrogen (N) nutrient, too (Ilyas, Omar, 2017: 218-228).

Calculating Phosphorus (P) Requirement of Sunflower (ppm)

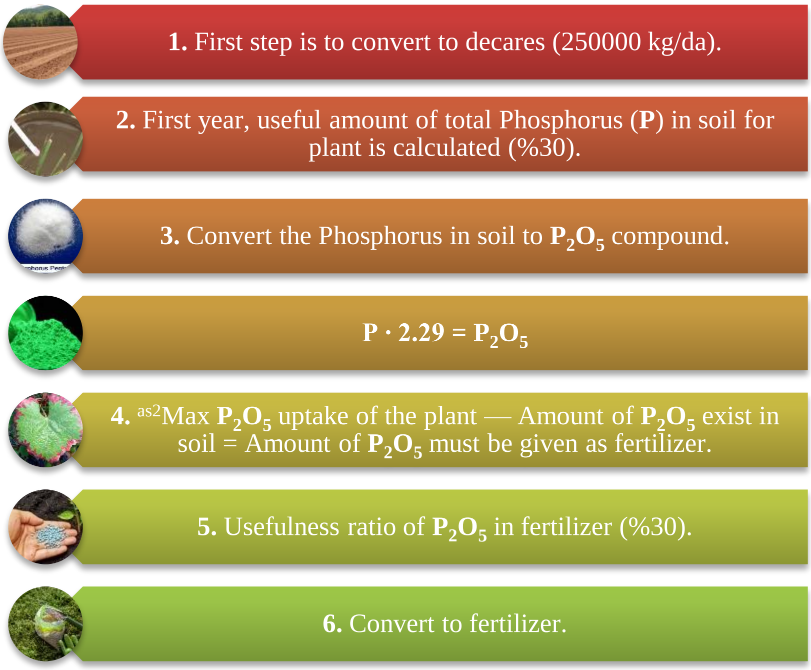


Figure 12. Steps to follow to effectively calculate Phosphorus uptake in sunflower

1. First step is to convert to decares (250000 kg/da).

kg/da = ppm × 0.25

kg/da = 3.81 × 0.25

kg/da = 0.952

2. First year, useful amount of Phosphorus (P) in soil for plant is calculated (30%).

If of 100 kg Phosphorus ⇔ 30 kg is useful,

0.952 ⇔ X

X = 0.925 × 30 / 100

X = 0.285 kg

3. Convert the Phosphorus in soil to P_2O_5 compound.

P × 2.29 = P_2O_5

0.285 × 2.29 = 0.652

Retake₁: For 1 decare of sunflower field, amount of P_2O_5 exist in 1 kg/da of soil is 0.652 kg.

4. [as2]Max P_2O_5 uptake amount of sunflower – Amount of P_2O_5 exist in soil = Amount of the P_2O_5 must be given as fertilizer

4.1 – 0.652 = 3.448 kg

Retake$_2$: To 1 decare of field, given P_2O_5 amount is 3.448 kg.

5. Usefulness ratio of P_2O_5 in fertilizer (%30).

If, of 100 kg fertilizer ⇔ 30 kg is useful,

X ⇔ 3.448 kg

X = 100 × 3.448 / 30

X = 11.493 kg

Retake$_3$: For 1 decare, required useful P_2O_5 amount is set to 11.493 kg.

6. Convert to fertilizer:

1) Urea: 46% N

2) DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P)

3) MAP: $(NH_4)_2HPO_4$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus)

4) Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen ($N\text{-}NO_3$) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5%

5) Nitric Acid: HNO_3 68% Nitrogen (N)

Required DAP amount for 1 decare of sunflower field:

✓ DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P)

If 100 kg of DAP fertilizer ⇔ contains 46 kg of P_2O_5,

X ⇔ 11.493 kg

X = 100 × 11.493 / 46

X = 24.984 kg/da

If 100 kg of DAP fertilizer ⇔ contains 18 kg of Nitrogen (N),

24.984 ⇔ X

X = 18 × 24.984 / 100

X = 4.497 kg/da (N)

Retake$_4$: For 1 decare of sunflower field, required DAP (Di Ammonium Phosphate) amount is 24.984 kg/da.

Note$_1$: For sunflower cultivation, if feeds 24.984 kg/da of DAP fertilizer to soil, apart from Phosphorus, it also provides 4.497kg of Nitrogen (N) to the soil.

Required MAP amount for 1 decare of sunflower field:

✓ MAP: $(NH_4)_2HPO_4$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus)

If in 100 kg of MAP fertilizer ⇔ exists 61 kg of P_2O_5,

X ⇔ 11.493 kg

X = 100 × 11.493 / 61

X = 18.840 kg/da

If in 100 kg of MAP fertilizer ⇔ exists 12 kg of Nitrogen (N),

18.840 kg ⇔ X

X = 12 × 18.840 / 100

X = 2.260 kg/da (N)

Retake$_5$: For 1 decare of sunflower field requires MAP (Mono Ammonium Phosphate) amount of 18.840 kg/da.

Note$_2$: In sunflower cultivation, if feeds 24.984 kg/da of MAP fertilizer to soil, apart from Phosphorus, it also provides 2.260 kg of Nitrogen (N) to the soil.

Calculating The Potassium (K) Requirement of Sunflower (me / 100 gr)

1. First step is to convert the analysis result to decares.

kg/da = ppm × 0.25

kg/da = 110 × 0.25

kg/da = 27.5

2. First year, useful amount of Potassium (K) in soil for plant is calculated (here 40%).

If, of 100 kg of Potassium (K) ⇔ 40 kg is useful,

27.5 kg ⇔ X

X = 40 × 27.5 / 100

X = 11 kg

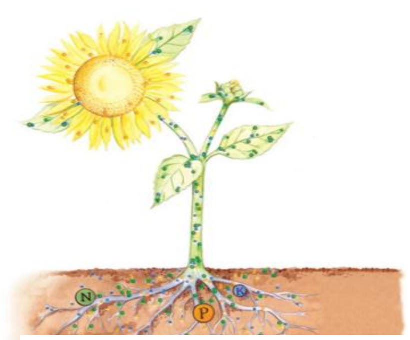


Figure 13. Illustration of sunflower plant getting essential nutrient elements

3. Useful amount of total Potassium (K) for plant in soil as K_2O compound is calculated (**K × 1.2 = K_2O**).

K × 1.2 = K_2O

11 × 1.2 = 13.2

4. [as3]Max K_2O uptake amount of sunflower – Amount of K_2O exist in soil = Amount of K_2O must be given as fertilizer

36.0 kg/da K_2O – 13.2 kg/da K_2O = 22.8 kg/da K_2O

5. Usefulness ratio of K_2O in fertilizer.

If in 100 kg of fertilizer ⇔ 50 kg K_2O is useful,

X ⇔ 22.8 kg/da K_2O

X = 100 × 22.8 / 50

X = 45.6 kg/da K_2O

6. Convert to fertilizer:

1) Urea: 46% N

2) DAP: $(NH_4)_2HPO_4$ 18% Nitrogen (N) and 46% Phosphorus (P)

3) MAP: $(NH_4)_2HPO_4$ –12% N (Nitrogen) + 61% P_2O_5 (Phosphorus)

4) Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen ($N\text{-}NO_3$) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5%

5) Nitric Acid: HNO_3 68% Nitrogen (N)

Potassium Nitrate amount required for a 1 decare of sunflower field:

✓ Potassium Nitrate: KNO_3 Nitrate Nitrogen ($N\text{-}NO_3$) 13%**,** water dissolvable Potassium Oxide (K_2O) 45.5%

If in 100 kg of fertilizer ⇔ exists 45.5 kg of K_2O,

X ⇔ 45.6 kg

X = 100 × 45.6 / 45.4

X = 100.219 kg/da

If in 100 kg of fertilizer ⇔ exists 13 kg of Nitrogen (N),

100.219 kg ⇔ X

X = 100.219 × 13 / 100

X = 13.028 kg (N)

Retake$_1$: For 1 decare of sunflower field, required Potassium Nitrate amount is 100.219 kg/da.

Note$_2$: In sunflower cultivation, if feeds 100.219 kg/da of Potassium Nitrate fertilizer to soil, apart from Potassium (P), it also provides 13.028 kg of Nitrogen (N) nutrient to the soil, per se.

Conclusion

As mentioned about the nutritional requirements of plants and the problems caused by feeding excess amount of nutrients, also emphasized the importance of macro elements in plants. In the article, on 2 plants and as a result of 2 soil analyses, carried out calculations of nutrients' amount

exist in soil and to be fed as in fertilizers needed by the plant. For wheat plant, Nitrogen deficiency was observed in soil, but Potassium and Phosphorus reserves in soil has been found to be in sufficient amounts. As for sunflower plant, the deficiency of all of those three major macronutrients has been observed, and then calculating the amount of fertilizer required after getting opinion on the soil analysis of those elements to determine their existing amounts in soil. According to the results of analyses, the sunflower plant requires more fertilization compared to wheat. Afterall, can instantly say, if follows these parameters and techniques of fertilization in the field, both high yield and high quality of wheat & sunflower is expected.

References

1. Janan, Y. (2004). Nutritional Elements in Plant Production. Hasad Publishing. Istanbul.
2. Aydemir, O., Nasrin, Y. (2003). Plant Nutrition Practice Book I. Soil Tests. Ataturk University Faculty of Agriculture Publications.
3. Boshgelmez, A., Boshgelmez, I.I., Savashchi, S., Pasli, N. (2001). Ecology - II (Soil). Capital Cliché Printing. Red Crescent, Ankara.
4. Aktas, M., Atesh A. (1998). Recognition of the Causes of Nutritional Disorders in Plants. Nurol Printing A.Sh. Ostim-Ankara.
5. Erzurum, E.A. (1993). Fundamentals of Soil Science. Ataturk University Faculty of Agriculture Publications. Erzurum.
6. Sezen, Y. (2002). Soil Fertility. Ataturk University Faculty of Agriculture Publications. Erzurum.
7. Brady, N.C. (1990). The Nature and Properties of Soils. 10th Edition. Macmillan Publishing Company. New York, USA.
8. Arnon, D.I. Stout, P.R. (1939). The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. Plant Physiol. 14, p.371-385.
9. Bergmann, W. (1992). Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena. Stuttgart, New York.
10. Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. (2006). Ecology from Individuals to Ecosystems. 4th Edition. Oxford, Blackwell, UK.
11. Brown, P.H., Welch, R.M., Cary, E.E. (1987). Nickel: A micronutrient essential for higher plants. Plant Physiol. 85, p.801-803.
12. Brown, P.H., Welch, R.M., Madison, J.T. (1990). Effect of nickel deficiency on soluble anion amino acid and nitrogen levels in barley. Plant Soil 125, p.19-27.
13. Ilyas, B., Omar, K. (2017). Plant Nutritional Elements: Their Sources, Functions, Deficiencies and Surpluses. The Journal of Bartın Forest Faculty. 19 (1), p.218-228.

Received: 29.04.2023 Accepted: 01.07.2023

İÇİNDƏKİLƏR

TİBB VƏ ƏCZAÇILIQ ELMLƏRİ
MEDICINE AND PHRAMCEUTICAL SCIENCES

BİOLOGİYA VƏ AQRAR ELMLƏR
BIOLOGICAL AND AGRARIAN SCIENCES

KİMYA
CHEMISTRY

İmzalandı: 17.07.2023
Formatı: 60/84, 1/8
H/n həcmi: 7.75 ç.v.
Sifariş: 656

“ZƏNGƏZURDA” çap evində çap olunub.
Ünvan: Bakı şəh., Mətbuat prospekti, 529-cu məh.
“Azərbaycan” nəşriyyatı, 6-cı mərtəbə
Tel.: +994 50 209 59 68
+994 55 209 59 68
+994 12 510 63 99
e-mail: zengezurda1868@mail.ru